

УДК 622.2

Реакция взрывчатого вещества на основе октогена и ТАТБ на динамическое нагружение методом составного стержня Гопкинсона

А. М. Васильев, А. В. Юрлов, В. А. Пушков,
Т. Г. Найданова, А. Н. Цибиков

Приведены результаты экспериментов по исследованию взрывчатых веществ (ВВ) на основе октогена и ТАТБ при нагружении методом составного стержня Гопкинсона. Получены данные о динамических диаграммах сжатия и локализованного сдвига в диапазоне скоростей деформаций $(0,2-3,7) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. Определены величины динамической прочности и пластичности при сжатии, рассмотрены некоторые вопросы инициирования взрывчатого превращения при динамическом деформировании.

Введение

Вопросы, связанные с изучением возможности инициирования взрывчатых превращений (ВП) во ВВ при низкоскоростном воздействии, имеют большое практическое значение, в частности при моделировании аварийных ситуаций. В деятельности ЯОК используются ВВ, например для исследовательских целей или в составе конструкций. При хранении, транспортировке и работе с ВВ могут возникать аварийные ситуации с воздействием на ВВ динамических нагрузок (падение самолета на склад ВВ, транспортная авария, теракт и т. п.). Для обеспечения технической безопасности необходимо знать свойства ВВ при воздействии различных нагрузок, включая динамические.

Из анализа имеющихся экспериментальных данных можно сделать вывод, что наиболее вероятным механизмом инициирования ВП является образование очагов реакции в результате диссипации энергии при пластической деформации в твердых ВВ. Очаги формируются сдвиговыми деформациями, приводящими к образованию трещин и относительному скольжению материала ВВ по границе трещины, при этом в процессе деформирования происходит локализация адиабатического сдвига. В полосе сдвига реализуется сильный разогрев ВВ и возникает очаг реакции ВП.

Исследованиями механического воздействия на ВВ при различных скоростях нагружения активно занимаются в различных лабораториях, в частности в российских и американских [1–6]. Однако на сегодня для создания более адекватных моделей инициирования ВП необходим больший объем экспериментальных данных [3, 7, 8]. В настоящей работе приведены результаты исследования методом составного стержня Гопкинсона (ССГ) динамического сжатия и локализованного адиабатического сдвига в образцах из ВВ на основе октогена и ТАТБ (триаминотринитробензол). Скорости деформаций в опытах составили $(0,2–3,7) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

Методика исследований

Эксперименты на динамическое сжатие

Метод ССГ исследователи используют для изучения поведения ВВ и тестирования численных моделей деформирования [9]. На рис. 1 приведена схема проведения опытов на динамическое сжатие материалов методом ССГ.

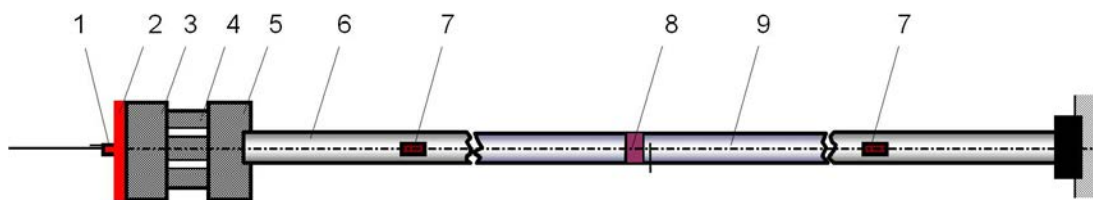


Рис. 1. Схема установки ССГ в редакции опытов на сжатие: 1 – электродетонатор, 2 – слой пластического ВВ, 3 – стальной ударник, 4 – перфокрешер (Al), 5 – стальной переходник, 6 – нагружающий стержень, 7 – тензодатчик, 8 – образец, 9 – опорный стержень

Образец (диаметр 20 мм, высота 10 мм), как в классическом варианте метода ССГ, размещается между нагружающим и опорным стержнями (см. рис. 1). Устройство для создания импульсов нагружения с примерно постоянной амплитудой состоит из стального ударника 3 с наклеенным на его свободном торце слоем пластического ВВ 2, перфокрешера из алюминиевого сплава 4 и переходного стального диска 5. Иницирование ПВВ осуществлялось с помощью электродетонатора 1. Нагружающий 6 и опорный 9 мерные стержни (диаметром 20×1000 мм) изготовлены из титана ВТ20. Обработкой сигналов (импульсов деформаций) от тензодатчиков 7 строилась диаграмма «напряжение–деформация» σ – ϵ при сжатии и определялась скорость деформации.

Эксперименты по исследованию локализованного сдвига

Схема исследований локализованного сдвига в ВВ приведена на рис. 2. Узел взрывного нагружения, стержни Гопкинсона, методика измерений деформаций были такие же, как в опытах по изучению динамического сжатия (см. рис. 1), отличался лишь узел крепления образца (см. рис. 2).

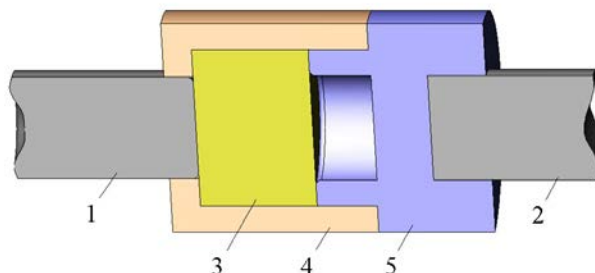


Рис. 2. Схема испытаний ВВ на локализованный сдвиг: 1 и 2 – нагружающий и опорный стержни, 3 – образец, 4 – корпус, 5 – опора

Здесь образец (диаметр 30 мм, высота 20 мм) помещается в специальную обойму, состоящую из корпуса и опоры. Средняя часть образца выдавливается внутрь опоры 5 при этом между выдавливаемой и остающейся частями должен формироваться локализованный сдвиг.

Результаты исследований

Эксперименты по изучению динамического сжатия взрывчатого вещества на основе октогена

Опыты проведены при скоростях деформации $\dot{\epsilon} = (0,3 - 2,0) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ (скорость нагружения $V_{\text{нагр.}} = 2,5 - 20 \text{ м/с}$), амплитуда нагружающих импульсов давлений составила $\sigma_i = 45 - 560 \text{ МПа}$ или усилий $(14,1 - 175,8) \cdot 10^3 \text{ Н}$. В экспериментах при $\dot{\epsilon} = (0,3 - 0,6) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ наблюдалось отсутствие разрушения, а при $\dot{\epsilon} = (0,7 - 2,0) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ – полное разрушение образцов. В сохранившихся после опытов образцах отсутствовала пластическая деформация, т. е. деформация была только упругой. В указанных условиях ВП не происходило.

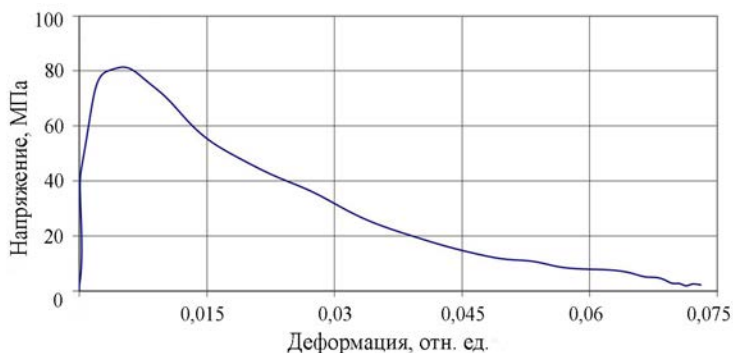


Рис. 3. Характерная диаграмма «напряжение–деформация» σ – ϵ разрушенного образца, $\dot{\epsilon} = 850 \text{ с}^{-1}$

На рис. 3 приведена характерная диаграмма «напряжение–деформация» для разрушенного образца.

В целом, полученные диаграммы сжатия σ – ϵ имеют вид, характерный для хрупких материалов: за упругим участком следует очень короткий участок пластического деформирования, где достигается напряжение разрушения и затем следует резкий спад напряжения.

В табл. 1 приведены результаты экспериментов по сжатию ВВ на основе октогена.

Таблица 1

Результаты экспериментов по исследованию динамического сжатия взрывчатого вещества на основе октогена

Номер опыта	Давление нагружающего импульса, МПа	Усилие в нагружающем импульсе $\cdot 10^3$ Н	Скорость деформации, с^{-1} (скорость нагружения $V_{\text{нагр}}$, м/с)	Состояние образца
1	45	14,0	250 (2,5)	Образец не разрушился
2	96	30,0	290 (2,9)	Образец не разрушился
3	96	31,0	470 (4,7)	Образец не разрушился
4	100	31,5	370 (3,7)	Появились трещина и небольшой откол на торце
5	110	35,0	600 (6,0)	Образец не разрушился
6	110	34,5	710 (7,1)	Образец разрушился
7	115	36,1	750 (7,5)	Образец разрушился
8	120	37,6	850 (8,5)	Образец разрушился
9	125	39,3	820 (8,2)	Образец разрушился
10	130	40,8	1200 (12,0)	Образец разрушился
11	470	147,6	1700 (17,0)	Образец разрушился
12	445	139,7	1720 (17,2)	Образец разрушился
13	560	175,8	2000 (20,0)	Образец разрушился

Из результатов опытов с разрушением образцов следует, что величина напряжения, при котором происходит разрушение образцов ВВ, составляет 60–80 МПа. Практически сразу после приложения нагрузки из-за хрупкости ВВ происходило растрескивание образца и образец по макротрещинам разрушался на мелкие фрагменты и порошок. Значительного скольжения материала ВВ по границам трещин не происходило из-за быстрого разлета фрагментов, и очаги реакции ВП не успевали сформироваться.

Эксперименты по изучению локализованного сдвига во взрывчатом веществе на основе октогена

Опыты проведены при скоростях деформации $\dot{\epsilon} = 200 - 2500 \text{ с}^{-1}$ (скорость нагружения $V_{\text{нагр}} = 4,8 - 50 \text{ м/с}$). Амплитуда нагружающих импульсов давлений составила $\sigma_i = 100 - 625 \text{ МПа}$ или усилий $P = (31,4 - 196,3) \cdot 10^3 \text{ Н}$. На рис. 4 приведено фото сборки со стержнями и обоймой, где размещен образец ВВ.

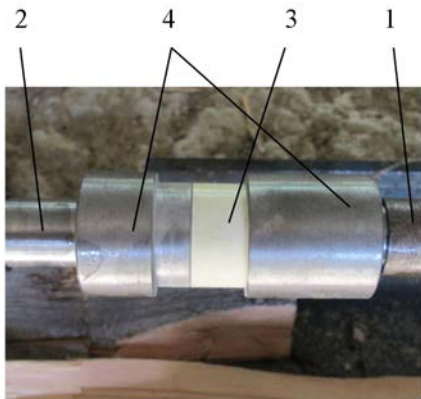


Рис. 4. Сборка со стержнями, вставленными в стальную обойму, где размещен образец ВВ: 1 и 2 – нагружающий и опорный стержни, 3 – образец, 4 – обойма (из двух частей)



Рис. 5. Диаметральное сечение образца ВВ после опыта на локализованный сдвиг: опыт № 1, $P = 31,4$ кН, $\dot{\epsilon} = 200$ с⁻¹ ($V_{\text{нагр}} = 4,0$ м/с)

В опытах при $\dot{\epsilon} = 200 - 550$ с⁻¹ (скорость нагружения $V_{\text{нагр}} = 4,8 - 10,0$ м/с), так же как в опытах на динамическое сжатие, ВП не происходило.

В экспериментах при $\dot{\epsilon} = 200 - 240$ с⁻¹ образцы деформировались без разрушения, происходило небольшое выдавливание на $\sim 0,5 - 0,8$ мм одной части образца относительно другой, а также появление трещин в основном на образующей поверхности. На рис. 5 приведено фото диаметрального сечения одного из не разрушенных образцов.

Из рис. 5 следует, что разрушение образцов происходило под воздействием сдвиговых и осевых напряжений. При этом в процессе разрушения образца по полосе сдвига появляются трещины в поперечном направлении. По образцам была оценена ширина полосы сдвига, которая составляла $\sim 50 - 100$ мкм. В процессе нагружения полосы сдвига развились в трещины.

При $\dot{\epsilon} = 400 - 550$ с⁻¹ ($V_{\text{нагр}} = 8,0 - 9,0$ м/с) наблюдалось разрушение образцов, при этом в процессе разрушения выдавливание одной части образца относительно другой происходило на сдвиговых деформациях. В целом, характер разрушения образцов был хрупкий.

Были проведены опыты и при более высоких скоростях деформации $\dot{\epsilon} = 1000 - 2500$ с⁻¹ (скорость нагружения $V_{\text{нагр}} = 20 - 50$ м/с). ВП в двух опытах при скоростях деформации $\dot{\epsilon} \sim 1000 - 1750$ с⁻¹ (давление 275–430 МПа) не происходило, образцы разрушались. В трех опытах при скоростях деформации $\dot{\epsilon} \sim 2100 - 2500$ с⁻¹ (давление 520–625 МПа) ВП наблюдалось.

На рис. 6 приведены записи деформаций на стержнях Гопкинсона одного из опытов со ВП. Для наглядности записи ограничены и представлены только в первой волне, проходящей через тензодатчики 7 (см. рис. 1).

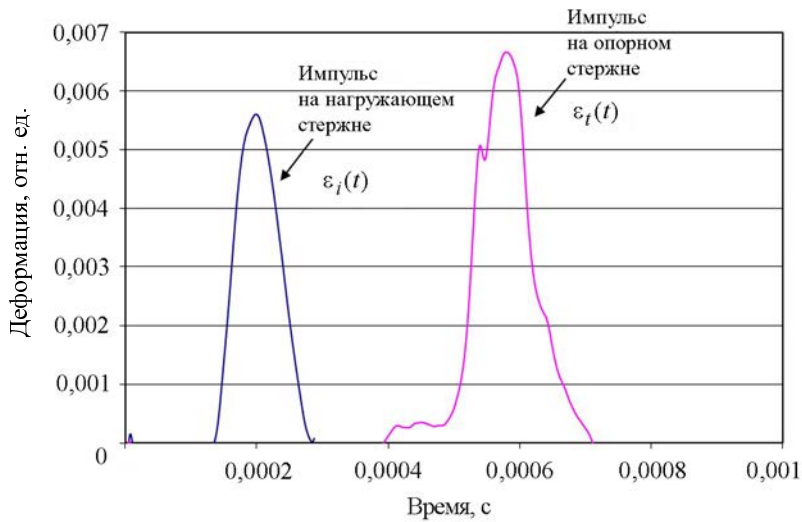


Рис. 6. Импульсы деформаций на стержнях Гопкинсона в одном из опытов с ВП

Из рис. 6 следует, что в этом опыте при ВП амплитуда возникающего давления составляет 715 МПа. Аналогичные записи наблюдались и в двух других опытах с ВП, где амплитуда возникающего давления составляла 815 и 710 МПа. В описанной постановке время от момента удара до начала ВП составляет 110–170 мкс.

В табл. 2 приведены результаты экспериментов.

Таблица 2

Результаты экспериментов по исследованию локализованного сдвига во взрывчатом веществе из октогена

Номер опыта	Давление нагружающего импульса, МПа	Усилие в нагружающем импульсе * 10 ³ Н	Скорость нагружения (стержня), м/с	Состояние образца	Амплитуда давления ВП, МПа
1	100	31,4	4,0	Выдавливание центральной части образца, трещины	–
2	110	34,5	4,8	То же	–
3	180	56,5	10,0	Разрушение образца	–
4	150	47,1	9,0	То же	–
5	130	40,8	11,0	То же	–
6	130	40,8	8,0	То же	–
7	275	86,3	20,0	То же	–
8	430	135,0	35,0	То же	–
9	625	196,3	50,0	ВП	715
10	550	172,7	44,0	То же	710
11	520	163,3	40,0	То же	815

Полученные данные соответствуют широко применяемой теории о возникновении ВП. В отличие от постановки опытов на сжатие здесь ограничение деформирования образца в радиальном направлении (см. рис. 2) способствовало формированию локализованного сдвига и сколь-

жению материала ВВ по границам микротрещин. Представленные экспериментальные данные будут полезны при разработке моделей инициирования ВП.

Эксперименты по изучению динамического сжатия взрывчатого вещества на основе ТАТБ

Было проведено четыре опыта. Интервал скоростей деформации составил $\dot{\epsilon} = (2,2 - 3,7) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ (скорость нагружения $V_{\text{нагр}} = 22 - 37 \text{ м/с}$), амплитуды нагружающих импульсов давлений составили $\sigma_i = 275 - 540 \text{ МПа}$ или усилий $(86,4 - 169,6) \cdot 10^3 \text{ Н}$.

Во всех опытах происходило разрушение образцов на мелкие фрагменты размером 0,5–3,5 мм и пылеобразные частицы ВВ, часть которых осела на установке ССГ в области размещения образца. Часть фрагментов, образовавшихся в одном из опытов, показана на рис. 7. В указанных условиях взрывчатого превращения не происходило.



Рис. 7. Часть фрагментов образца из ВВ на основе ТАТБ после одного из опытов на динамическое сжатие

На рис. 8 (см. также цветную вкладку) приведены диаграммы «напряжение–деформация», построенные по результатам этих опытов.

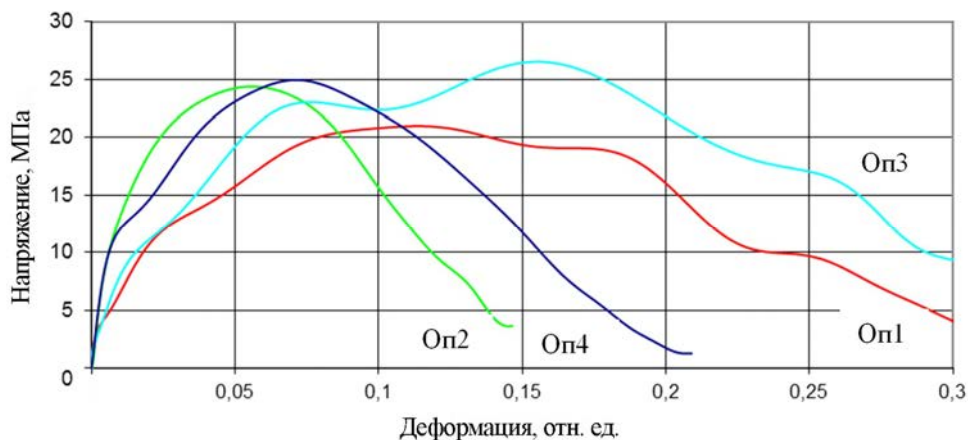


Рис. 8. Диаграммы «напряжение–деформация» σ – ϵ динамического сжатия ВВ на основе ТАТБ при $\dot{\epsilon} = 2200 - 3700 \text{ с}^{-1}$ ($V_{\text{нагр}} = 22 - 37 \text{ м/с}$): Оп. 1 – $\dot{\epsilon} = 3500 \text{ с}^{-1}$, Оп. 2 – $\dot{\epsilon} = 2200 \text{ с}^{-1}$, Оп. 3 – $\dot{\epsilon} = 3700 \text{ с}^{-1}$, Оп. 4 – $\dot{\epsilon} = 2500 \text{ с}^{-1}$

Диаграммы динамического сжатия ВВ на основе ТАТБ в целом имеют вид, характерный для материалов, обладающих пластичностью. По сравнению с ВВ на основе октогена в близких условиях нагружения ВВ на основе ТАТБ обладает большей пластичностью: если в опытах деформация разрушения для ТАТБ составляет 3,0–7,5 %, то для ВВ на основе октогена – 0,5–2,5 % (по средним значениям отличие составляет 3,5 раза). По имеющимся данным для ВВ на основе ТАТБ при статическом сжатии деформация разрушения тоже выше, чем для ВВ на основе октогена (~4,5 % против ~1,8 %, т. е. различие в 2,5 раза).

В табл. 3 приведены результаты экспериментов по сжатию ВВ на основе ТАТБ.

Таблица 3

Результаты экспериментов по исследованию динамического сжатия ВВ на основе ТАТБ

Номер опыта	Давление нагружающего импульса, МПа	Усилие в нагружающем импульсе $\cdot 10^3$ Н	Скорость деформации, c^{-1} (скорость нагружения $V_{нагр}$, м/с)	Состояние образца
1	415	130,3	3500 (35,0)	Разрушение образца
2	275	86,4	2200 (22,0)	Разрушение образца
3	430	135,0	3700 (37,0)	Разрушение образца
4	540	169,6	2500 (25,0)	Разрушение образца

Из результатов опытов следует, что величина напряжения, при котором происходит разрушение образцов ВВ на основе ТАТБ, составляет 22–27 МПа, что меньше, чем для ВВ на основе октогена (60–80 МПа) в $\sim 2,5$ раза. Эти данные согласуются с данными для статического сжатия ВВ на основе ТАТБ и для ВВ на основе октогена (31 МПа против 58 МПа).

Относительно отсутствия ВП в ВВ на основе ТАТБ можно отметить следующее. Очевидно, в описанной постановке при скоростях нагружения 22–37 м/с энергии нагружения не хватало на формирование очагов ВП, происходила диссипация энергии в процессе деформирования образца без образования локализованного течения. Далее происходили растрескивание образца и его разрушение на мелкие фрагменты и пылеобразные частицы. Это коррелируется с данными работы [10], где ВП в ВВ на основе ТАТБ при его нагружении сферическим осколком массой 12 г достигалось лишь при скоростях не ниже ~ 1000 м/с.

Эксперименты по изучению локализованного сдвига взрывчатого вещества на основе ТАТБ

Проведено четыре опыта на образцах размерами $\varnothing 30 \times 20$ мм. Скорости нагружения составили $V_{нагр} = 38,0 - 46,4$ м/с. Амплитуда нагружающих импульсов давлений составила $\sigma_i = 450 - 555$ МПа или усилий $(141,6 - 174,6) \cdot 10^3$ Н. ВП в опытах не происходило, образцы разрушались, разрушение носило вязкий характер. В трех опытах при $V_{нагр} = 38,4 - 44,8$ м/с часть образца вдавливалась в полость опоры обоймы, а часть оставалась в корпусе обоймы (схема опоры и корпуса обоймы приведена на рис. 2). Характер разрушения в этих опытах виден на рис. 9.



Рис. 9. Характер разрушения ВВ на основе ТАТБ при $V_{нагр} = 38,4 - 44,8$ м/с

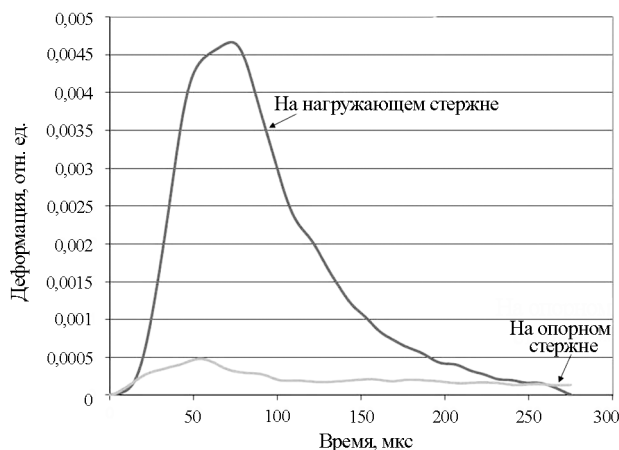


Рис. 10. Деформации, зарегистрированные на стержнях Гопкинсона в опыте при $V_{нагр} = 41,0$ м/с

На рис. 10 приведены типичные импульсы деформаций стержней, зарегистрированные в одном из опытов ($V_{нагр} = 41,0$ м/с).

Известно, что импульс деформации на опорном стержне $\epsilon_i(t)$ характеризует реакцию ВВ на динамическое нагружение. Исходя из этого, можно отметить следующее. По импульсу $\epsilon_i(t)$ видно, что процесс деформирования и разрушения имеет сложный характер. После роста сопротивления ВВ сдвиговым напряжениям и достижения максимума (за время 40–60 мкс) начинается разрушение образца. При этом рост сопротивления сдвиговым напряжениям имеет ступенчатый характер (см. рис. 10). Указанные особенности деформирования, по-видимому, связаны

со значительной вязкостью ВВ и сложным характером диссипации энергии в узкой зоне деформирования (в зоне сдвига одной части образца относительно другой, см. рис. 2). Сложный характер диссипации энергии, очевидно, обусловлен тем, что структура ВВ состоит из гранул и связующего материала, повышающего пластичность и вязкость ВВ. В табл. 4 приведены результаты опытов.

ВП в ВВ на основе ТАТБ в описанных условиях нагружения не происходило, очевидно по той же причине, что и в опытах на сжатие. Хотя локализованное течение материала и имело место, однако энергии нагружения не хватало на формирование очагов ВП и происходила лишь диссипация энергии в процессе деформирования образца.

Как отмечено выше, для возникновения ВП в ТАТБ необходима энергия нагружения сферическим осколком массой 12 г со скоростью ~ 1000 м/с [10], что составляет ~ 12 кДж. В опытах с ВВ на основе ТАТБ на локализованный сдвиг максимальная величина энергии составила лишь ~ 2 кДж (в опытах на сжатие максимальная величина энергии составила 3,5 кДж).

Таблица 4

Результаты экспериментов по исследованию локализованного сдвига в ВВ на основе ТАТБ

Номер опыта	Давление нагружающего импульса, МПа	Усилие в нагружающем импульсе $\cdot 10^3$ Н	Скорость нагружения (стержня), м/с	Состояние образца
1	450	141,6	38,4	Разрушение образца (см. рис. 9)
2	505	158,6	41,0	Разрушение образца (см. рис. 9)
3	535	168,0	44,8	Разрушение образца (см. рис. 9)
4	555	174,6	46,4	Разрушение образца с отделением срединной части образца

Заклучение

1. По методу ССГ проведены эксперименты по изучению динамического сжатия двух ВВ на основе октогена и на основе ТАТБ в диапазоне амплитуд давлений нагружающих импульсов 45–560 МПа и скоростей деформации $\dot{\epsilon} = (250 - 3700) \text{ с}^{-1}$. Получены диаграммы «напряжение–деформация» σ – ϵ .

В указанных условиях нагружения ВВ на основе ТАТБ в 3,5 раза пластичнее, чем ВВ на основе октогена (в среднем, 5,5 % против 1,5 %) и в 2,5 раза менее прочны (в среднем, 65 МПа против 26 МПа).

В опытах на сжатие ВП не выявлено, что, по-видимому, связано с разрушением образцов по макротрещинам без скольжения берегов трещин в случае с ВВ на основе октогена и диссипацией энергии в вязком материале без образования локализованного течения в процессе деформирования образцов ВВ на основе ТАТБ. В этих условиях энергии нагружения не хватало на формирование очагов ВП.

2. По модернизированному методу ССГ проведены эксперименты по исследованию локализованного сдвига в двух ВВ на основе октогена и ТАТБ при скоростях нагружения 4,0–50 м/с и усилиях 100–625 кН.

В ВВ на основе октогена ВП проявлялось при скоростях нагружения 40–50 м/с. По зарегистрированным сигналам выявлены особенности инициирования ВП. В частности, перед началом ВП происходит деформирование образцов в течение 110–170 мкс, нагружающий стержень внедряется в образец на 5–6,5 мм, амплитуды давления ВП в опытах составили 710–815 МПа, что выше, чем амплитуды нагружающих импульсов. Последние перечисленные данные получены впервые.

ВП в опытах с ВВ на основе ТАТБ не происходило, образцы разрушались, разрушение носило вязкий характер.

3. Полученные данные будут полезны в деятельности ЯОК, в частности для выработки критериев безопасности в аварийных ситуациях. Полезны они будут и для моделирования поведения ВВ при воздействии динамических нагрузок, а также для дальнейшей расчетно-теоретической разработки механизма развития ВП от очагов реакции, вызванных сдвиговыми деформациями с образованием трещин и скольжением материала ВВ по границе трещины.

Список литературы

1. Белов Г. В., Базаров Ю. Б., Екимчев С. Н. и др. Влияние скорости ударника на параметры взрыва образцов из двух типов бризантных ВВ // Сб. тез. докл. XV Харитоновских чтений. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013. С. 56.

2. Pushkov V. A., Abakumov A. I., Yurlov A. V. et al. Response of HMX-based HE to low-velocity loading by steel cylindrical impactor // Proc. of the APS Shock Conference. AIP Press, New York, 2011. Part I. P. 418–421.

3. Abakumov A. I. et al. Numerical-experimental research of deformation of energetic materials in conditions of low-velocity loading in tests with split Hopkinson pressure bar // Proc. of the IX Khariton's Readings. Sarov: RFNC-VNIIEF, 2007. P. 215–226.

4. Chidester S. K., Tarver C. M., DePiero A. H., Garza R. G. Single and multiple impact ignition of new and aged high explosives in the Steven impact test // *APS Shock Conference Proc.* AIP Press, New York, 2000. P. 663–666.

5. Vandersall K. S. et al. Experimental and modeling studies of crush, puncture, and perforation scenarios in the Steven impact test // *Proc. of the 12th Int. Det. Sym.* 2002. Ampersand Publ. Group, Akron, Ohio, USA, 2003. P. 131–139.

6. Idar D. J. et al. Low amplitude insult project: PBX 9501 high explosive violent reaction experiments // *Proc. of the 11th Int. Det. Sym.* 1998. Ampersand Publ. Group, Akron, Ohio, USA, 2000. P. 101–110.

7. Belov G. V., Gushanov A. R., Volodina N. A. et al. Numerical simulation of experiments on the low-velocity impact on octogen-based HE using the explosive transformation initiation kinetics // *Abstracts of Seven International Meeting on New Models and Hydrocodes for Shock Waves Processes in Condensed Matter.* Estoril, Portugal, 2008. P. 37–38.

8. Джексон Р., Грин Л., Барлетт Р. и др. Закономерности инициирования и распространения детонации во взрывчатом веществе ТАТБ // Сб. «Детонация и взрывчатые вещества». М.: Мир, 1981. С. 323–342.

9. Mas E. M., Clements B. E., Blumenthal W. R. et al. Applying micro-mechanics to finite element simulations of split Hopkinson pressure bar experiments on high explosives // *Proc. of the APS Shock Conference.* AIP Press, New York, 2001. P. 539–542.

10. Белов Г. В., Базаров Ю. Б., Екимчев С. Н. и др. Влияние скорости ударника на параметры взрыва образцов из двух типов бризантных ВВ // Сб. докл. XV Харитоновских чтений. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013. С. 111–118.

Response of HMX-based and TATB-based HE to Dynamic Loading by Using Split Hopkinson Pressure Bar Method

A. M. Vasil'ev, A. V. Yurlov, V. A. Pushkov, T. G. Naidanova, A. N. Tsibikov

The results of experiments on research of HMX-based and TATB-based HE under loading by using Split Hopkinson Pressure Bar method are presented. The data on dynamic compression diagrams and localized shear at strain rates $(0,2-3,7) \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$ are found. The values of dynamic strength and plasticity under compression are observed. Some questions of initiation of explosive transformation under dynamic deformation are considered.