

2. Саламахин Т.М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок. — М: ВИА им. В.В. Куйбышева, 1974. — 255 с.
3. Беляева А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. — М: Наука, 1968. — 255 с.
4. Дремин А.Н., Колдунов С.А. Инициирование детонации ударными волнами в литом и прессованном тротиле // Взрывное дело, № 63/20. — М.: Недра, 1967. — С. 37—50.
5. Шведов К.К., Дремин А.Н. Исследование неидеальных режимов детонации конденсированных ВВ // Взрывное дело, № 60/17. — М.: Недра, 1966. — С. 33—50.
6. Володин Г.Т. Распределение параметров продуктов детонации конденсированных ВВ // ФГВ. — 1991. — 27, № 1. — С. 123—127.

300600, г. Тула, 26
Государственный технический университет

Поступила в редакцию 26/IV 1993

УДК 662.2

Л.В. Ларионов, Г.И. Сыренков, Д.В. Щетинин

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИСОЕДИНЕННОГО ЗАРЯДА МЕТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

На основе анализа кинетических свойств тетранитрометанбензол обоснована принципиальная возможность использования явления инициирования ВВ в условиях всестороннего сжатия для повышения скорости метания тел, оснащенных «присоединенным» зарядом.

Повышение скорости метаемого тела — одна из актуальных проблем исследовательской практики. Среди ряда альтернативных концепций решения этой проблемы в последнее время получает все большее развитие концепция так называемого присоединенного заряда [1]. Установлено, что задержка его воспламенения после достижения максимального давления от сгорания обычного пороха обеспечивает наилучшие внутрибаллистические характеристики этого заряда. При этом воспламенение присоединенного заряда происходит термически за счет передачи тепла от сгорания основного порохового заряда. Результаты проведенных ранее исследований показывают, что использование присоединенного заряда может обеспечить достижение повышенных скоростей метания без увеличения давления в камере метательной системы. Однако практической реализации рассматриваемого пути повышения скорости разгоняемого тела препятствует нерешенность проблемы синхронизации по времени процесса воспламенения присоединенного заряда с моментом достижения максимального давления пороховых газов в камере метательной системы.

Авторы настоящей статьи хотели бы обратить внимание на принципиально новый путь решения данной проблемы с помощью использования обнаруженного недавно инициирования взрыва ВВ в условиях всестороннего изотермического сжатия [2]. В работе [2] приводится информация о том, что некоторые взрывчатые составы на основе тетранитрометана (ТНМ) могут взрываться при простом изотермическом сжатии, если в качестве добавки к нему используется органический донор электронов. В качестве такового эффективно проявил себя бензол (Б). Введение 10 % (по массе) бензола в ТНМ заметно изменило кинетические характеристики взрывчатого состава. Так, если индивидуальный ТНМ взрывался лишь при ударно-волновом нагружении с давлением во фронте волны 8,6 ГПа и адиабатическом разогреве до 840 К, то его раствор с бензолом был подорван при комнатной температуре и гидростатическом давлении 1,15 ГПа.

Очевидно, что возможность варьировать давление инициирования ВВ открывает перспективу управления временем воспламенения присоединенного заряда метаемого тела. Но для этого необходимо решить техническую задачу увеличения давления пороховых газов в камере метательной системы

© Л.В. Ларионов, Г.И. Сыренков, Д.В. Щетинин, 1994.

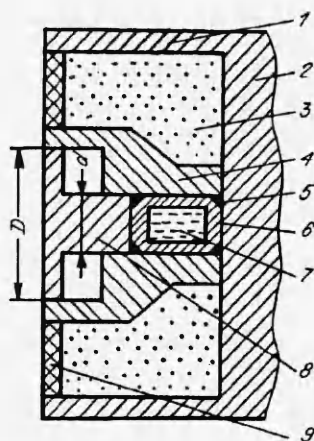


Рис. 1. Принципиальная схема метаемого тела с присоединенным зарядом (фрагмент хвостовой части).

1 — корпус; 2 — донная часть; 3 — "присоединенный" заряд; 4 — муфта; 5 — уплотнительные кольца; 6 — ампула; 7 — взрывчатый состав; 8 — грибообразный ролик; 9 — термоизоляция.

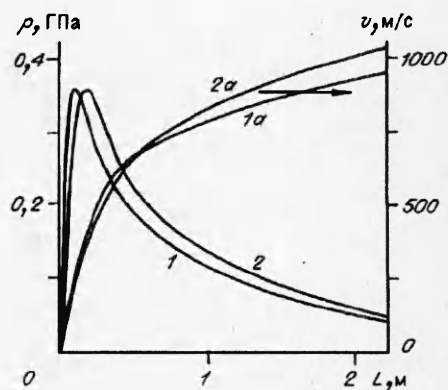


Рис. 2. Зависимости давления пороховых газов и скорости разгоняемого тела от длины ствола метательной установки.

до давления, при котором достигается необходимая степень сжатия взрывчатого состава на основе ТНМ. Более подробное обследование состава ТНМ — Б выявило, что критическое давление $p_{кр}$ инициирования взрыва при всестороннем сжатии достигается при массовой доле бензола 20 % и составляет 0,8 ГПа. При этом отмечена и наиболее высокая скорость детонации раствора — 8,0 км/с.

В качестве примера рассмотрим ситуацию, возникающую при выстреле из лабораторной метательной системы, где для пороховых газов $p_{max} = 0,36$ ГПа. Следовательно, для воспламенения присоединенного заряда с помощью взрывчатого состава ТНМ — Б (соотношение массовых долей в составе 80/20) коэффициент повышения должен быть равен 2,22. Практически это может быть осуществлено с помощью простого устройства, принципиальная схема которого приведена на рис. 1. Устройство функционирует следующим образом. При достижении в канале ствола $p_{max} = 0,36$ ГПа на ролик 8 действует сила $F = 0,555\pi d^2 p_{max}$ ($p_{кр} d^2 = p_{max} D^2$). В результате действия этой силы и из-за различия сечений левой и правой частей ролика на ампулу 6, содержащую взрывчатый состав ТНМ — Б, возникает давление, в 2,22 раза превосходящее давление пороховых газов основного метательного заряда. В результате в ампуле достигается $p_{кр} = 0,8$ ГПа, вследствие чего происходит взрыв ее содержимого.

Взрыв состава ТНМ — Б приводит к разрушению муфты 4 и воспламенению присоединенного заряда 3. Для предотвращения преждевременной утечки взрывчатого состава сжимаемый объем герметизируется стальными кольцами 5 треугольного сечения, а ампула изготавливается из свинца, тефлона, полиэтилена или какого-нибудь другого пластичного материала, химически инертного по отношению к взрывчатому раствору.

Хотя время задержки адиабатического взрыва τ_3 сжатого до критического давления взрывчатого состава на основе ТНМ может быть оценено лишь в первом приближении [3], априори оно не превышает нескольких десятков микросекунд. Основанием для такого мнения может служить характер полученной в работе [2] зависимости времени задержки взрыва от давления для взрывчатого состава ТНМ — Б. Таким образом, τ_3 на несколько порядков меньше общего времени движения ускоряемого тела в канале метательной системы, и, следовательно, описанным выше способом решается задача достаточно строгой синхронизации момента запуска присоединенного заряда

с временем достижения p_{\max} пороховых газов в канале ствола. При этом очень важно, что присоединенный заряд фактически начинает работать, когда кривая зависимости давления пороховых газов от времени (или длины ствола) уже перешла на нисходящую ветвь. Это исключает возможность повышения давления газов выше допустимого.

На рис. 2 приведены графики расчетных значений давления газов и скорости движения разгоняемого тела массой 0,4 кг вдоль ствола лабораторной метательной установки (кривые 1 и 1а) и для того же тела, но оснащенного присоединенным зарядом массой 0,01 кг, который срабатывает с общей задержкой 1,5 мс после достижения пороховыми газами p_{\max} (кривые 2 и 2а). Во втором случае приращение скорости метаемого тела достигает 70 м/с.

Предлагаемый способ воспламенения присоединенного заряда универсален. Он может быть применен в метательных установках любого калибра с помощью соответствующего перерасчета коэффициента повышения $p_{\text{повыш}}$ метающих пороховых газов основного заряда. Взятый в качестве примера взрывчатый состав на основе ТНМ может быть заменен на какой-либо другой, также способный взрываться в условиях всестороннего сжатия при достижении соответствующего этому составу $p_{\text{кр}}$.

Приведенные здесь результаты не претендуют на полноту. Работа носила постановочный характер, и ее развитие требует расширенных независимых исследований с целью получения детальной информации о влиянии варьирования массы и времени физического действия присоединенного заряда на скорость метаемого тела. При оптимизации всех условий разгона метаемого тела прирост скорости может достигать 30 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oberle W.F., Wren G.P. Params for Optimizing a Travelling Charge Gun System // Government Reports Announcements Index. — 1988. — N 22.
2. Ларионов Л.В., Богомолов В.М., Ениколопан Н.С. Разложения нитросоединений при изотермическом сжатии // Докл. РАН. — 1992. — 323, № 4.
3. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П. и др. Физика взрыва. — М.: Наука, 1975.

115487, г. Москва, ЦНИИХМ

Поступила в редакцию 6/V 1993

УДК 534.222.2

И.О. Кукушкин, С.Д. Любарский

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОТОКОМ ДВУХФАЗНОЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРЫВЕ ЕМКОСТИ

Представлены результаты экспериментального исследования взаимодействия двухфазного потока с элементами конструкций. Проанализированы особенности нагружения плотной двухфазной средой после прохождения воздушной ударной волны. Приведены экспериментальные зависимости импульса и длительности фазы сжатия от особых условий воздействия.

В связи с распространением в промышленности технологических процессов производства и переработки сыпучих материалов, разработки систем пневмотранспорта при высоком давлении возникает проблема обеспечения безопасности оборудования, в котором в качестве рабочего тела используется двухфазная среда. При аварийном разрыве сосудов высокого давления нестационарный поток двухфазной среды может воздействовать на расположенные вблизи элементы установок. В работах [1—3] исследовались параметры

© И.О. Кукушкин, С.Д. Любарский, 1994.