

Национальный исследовательский Томский государственный университет
АО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем
химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук

*К 145-летию со дня основания
Томского государственного университета*

ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: АНТИТЕРРОРИЗМ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГРАЖДАНСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

**Сборник научных трудов
XVII Международной конференции «HEMs-2022»
14–16 сентября 2022 г.
(Республика Алтай, Россия)**

Томск
Издательство Томского государственного университета
2022

Литература

1. Log T., Pedersen W.B. A Common Risk Classification Concept for Safety Related Gas Leaks and Fugitive Emissions? // Energies. 2019. V. 12, No. 21. Article number 4063.
2. Piloto P.A.G., Balsa C., Santos L.M.C., Kimura É.F.A. Effect of the Load Level on the Resistance of Composite Slabs with Steel Decking under Fire Conditions // Journal of Fire Sciences. 2020. V. 38, No. 2. P. 212–231.
3. Gravit M., Shabunina D. Numerical and Experimental Analysis of Fire Resistance for Steel Structures of Ships and Offshore Platforms // Fire. 2022. V. 5, No. 1. Article number 9.
4. Johanna L., Judith K., Alar J., Birgit M., Siim P. Material Properties of Clay and Lime Plaster for Structural Fire Design // Fire and Materials. 2021. V. 45, No. 3. P. 355–365.

УДК 536.46, 662.612

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОПЛОТНЫХ ТОПЛИВ В УСЛОВИЯХ СОПЛОВОЙ БОМБЫ

Ищенко А.Н., Дьячковский А.С., Рогаев К.С., Саморокова Н.М.

*Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета, Томск
E-mail: Lex_okha@mail.ru*

***Аннотация.** В работе описывается конструкция сопловой бомбы и рассматривается возможность применения модельных высокоплотных топлив. Рассмотрены особенности горения исследуемых высокоплотных топлив в условиях динамических давлений, реализуемых в сопловой бомбе.*

Введение. Для проверки разработанных топлив необходимо проведение предварительных испытаний в условиях замкнутого или полужамкнутого объема [1, 2]. Как показывает опыт, исследуемые модельные высокоплотные топлива (МВТ) характеризуются переходом в ускоренный режим горения с образованием частиц на фронте горения (диспергирование). Эксперименты, проводимые в условиях замкнутого объема (манометрической бомбы), позволяют определить энергетику исследуемого заряда и его скорость горения. Однако испытания зарядов в манометрической бомбе характеризуются низкой плотностью заряжения (до $0,2 \text{ г/см}^3$) и отсутствием движения как топлива, так и продуктов горения, что существенно отличается от условий выстрела из ствольной системы. Исследования по горению высокоплотных топлив, проводимые в полужамкнутом объеме или сопловой бомбе (СБ), могут воспроизвести условия выстрела из ствольной системы по плотности заряжения и максимальному давлению.

Экспериментальная часть. Сопловая бомба (рис. 1) представляет собой короткоствольную установку, в которой моноблок (2) развернут горящим торцом к сопловому блоку (8), а зажигание осуществляется через воспламенительное устройство, смонтированное в стенку камеры (5).

Применение сопловой бомбы дает возможность рассмотреть условия перехода горения высокоплотного топлива в ускоренный режим и уточнить скорость горения. В отличие от манометрической установки, может быть изучено горение МВТ не только при росте, но и при спаде давления в камере заряжения. Используя полученную скорость послойного горения, можно оценить поверхность горения в том числе и частиц при диспергировании. Неподвижность горящего заряда здесь является ключевым фактором, так как исключает влияние процес-

сов, происходящих в выстреле из ствольной системы [3]. Полученные законы горения в сопловой бомбе помогут в дальнейшем детально рассмотреть процессы, сопровождающие выстрел из ствольной установки, действующие на образец МВТ, и выделить их особенности.

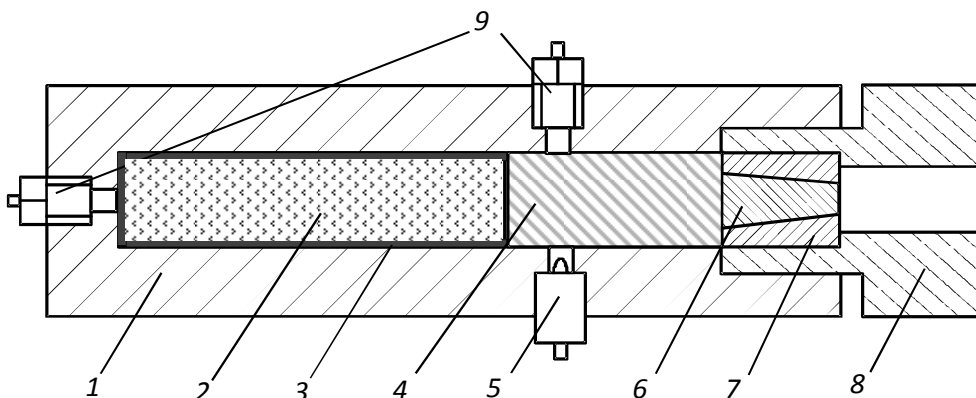


Рис. 1. Общая схема сопловой бомбы с истечением: 1 – корпус; 2 – МВТ; 3 – контейнер; 4 – порох-воспламенитель; 5 – воспламенительное устройство; 6 – снаряд-заглушка; 7 – сопло; 8 – сопловой блок; 9 – датчики давления

Результаты. На рис. 2 приведены характерные экспериментальные кривые, полученные при горении пастообразного высокоплотного топлива в СБ одинаковой массы, но при разной массе воспламенителя. С увеличением массы воспламенителя растет максимальное давление со 100 до 600 МПа и изменяется форма кривой. При увеличении навески воспламенителя наблюдается уменьшение времени до второго максимума на кривой давления, связанного с ускоренным горением МВТ. Характерное время процесса в сопловой бомбе в разы меньше, чем в манометрической бомбе, что соответствует условиям ствольной системы.

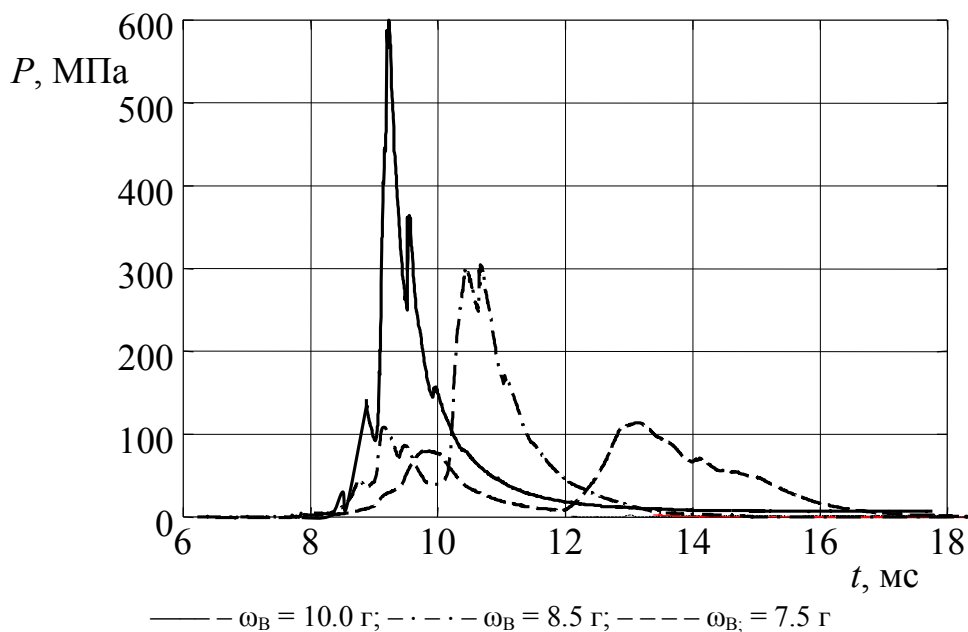


Рис. 2. Зависимость давления от времени в сопловой бомбе при различных навесках воспламенителя

Анализ экспериментальных результатов, выполненный с применением аппарата математического моделирования, разработанного сотрудниками НИИ ПММ ТГУ, позволяет понять причину такого поведения топлива. Как показал газодинамический анализ, рост уровня максимального давления связан с увеличением начальной скорости горения топлива вследствие более высокого начального давления, формируемого воспламенителем. При планировании экспериментов по исследованию зарядов из МВТ с высокими скоростями горения в сопловой бомбе следует тщательно подбирать условия воспламенения.

Заключение. В результате теоретических исследований проведена оценка возможности использования высокоплотных топлив в условиях сопловой бомбы.

Полученные особенности зажигания и горения МВТ необходимо учитывать при баллистическом проектировании компоновки заряда в выстреле из ствольных систем.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-79-10054).

Литература

1. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М. : Оборонгиз, 1962. 703 с.
2. Ермолаев Б.С., Сулимов А.А., Романьков А.В., Храповский В.Е., Беляев А.А., Кроули А.Б. Конвективное горение блочных зарядов из семиканальных пороховых зерен, ингибированных поливинилбутиралем // Химическая физика. 2015. Т. 34, № 5. С. 1–11.
3. Буркин В.В., Дьячковский А.С., Ищенко А.Н., Касимов В.З., Рогаев К.С., Саморокова Н.М. Исследование горения пастообразного топлива при различных схемах заряжания // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2020. № 67. С. 89–101.

УДК 537.521

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВЗРЫВА РАДИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ПРОВОЛОЧЕК В ЭЛЕКТРОПЛАЗМЕННОМ УСТРОЙСТВЕ

**Буркин В.В., Зорин В.Д., Ищенко А.Н., Корольков Л.В.,
Степанов Е.Ю., Чупашев А.В.**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
E-mail: Stepanov_EU@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты исследования функционирования электроплазменного устройства с радиально расположенными проволочками. Показана возможность увеличения площади поверхности воздействия электроразрядной плазмы на заряд за счет моноканального режима разряда.

Введение. Электроплазменные устройства (ЭПУ) с радиально расположенными проволочками применяются в электротермохимической (ЭТХ) технологии метания макротел [1]. Основой ЭТХ-технологии является применение электроразрядной плазмы для осуществления стабильного зажигания и интенсификации горения артиллерийского заряда.

В работе [2] изучалось ЭПУ «Паучок» с радиально расположенными проволочками, включенными в цепь параллельно, в количестве от 3 до 8. Такое расположение позволяет по-