

А. А. Сулимов, Б. С. Ермолаев

Управляемое конвективное горение пористых энергетических материалов

Нам хотелось бы обратить внимание на проблему, которая связана с разработкой научных основ управления процессом конвективного горения высокоплотных пороховых зарядов и обоснованием возможности создания эффективных блочных зарядов для ствольных систем. Конвективное горение охватывает диапазон скоростей горения пороха от нескольких метров в секунду до нескольких сотен метров в секунду, который представляет интерес для ряда технических приложений, однако склонность к ускорению и опасность перехода горения во взрыв являются, казалось бы, почти непреодолимым препятствием. Однако, изучая способы затормозить самоускоренное развитие конвективного горения, нам удалось показать, что если на поверхность дисперсного энергетического материала нанести тонкую полимерную пленку и затем спрессовать материал в блочный заряд с пористостью 5%–10%, то это не только стабилизирует горение, но и дает возможность регулировать его характеристики, варьируя содержание покрытия, размер зерна и пористость заряда. Разработка инструментов, позволяющих подбирать нужную скорость горения в зависимости от давления и обеспечивать полное сгорание образующейся дисперсной взвеси, является основой для плодотворного применения конвективного горения в таких областях, как импульсные ракетные двигатели и газогенераторы, ствольные метательные устройства и пр. Чтобы реализовать этот потенциал, необходимо продолжить фундаментальные исследования механизмов и закономерностей конвективного горения блочных зарядов, собрать представительную базу данных характеристик горения для различных условий, близких к возможным условиям применения, разработать предсказательные модели.

Большой интерес представляет нетрадиционная схема выстрела с присоединенным зарядом, когда бронированный по боковой поверхности, кроме воспламеняемого торца, вкладной блок приклеивается к метаемому телу и движется вместе с ним по стволу. В этом случае можно получить прирост дульной скорости за счет ряда дополнительных физических факторов, прежде всего за счет

реактивной тяги и увеличения давления на дно снаряда благодаря перераспределению давления в заснарядном пространстве. Расчеты предсказывают значительный прирост дульной скорости (до 25% и выше), особенно в случае высокоскоростного метания. Однако экспериментальные работы, проведенные различными группами исследователей в разных странах, оказались малопродуктивными. Нам удалось продвинуться в этом направлении, используя в качестве присоединенного заряда пористые блоки из пироксилиновых порохов мелких марок, и получить в 23-миллиметровой баллистической установке прирост дульной скорости на уровне 12%. Ключевой трудностью в данной проблеме является компоновка и выбор пороха для присоединенного заряда, который должен гореть с очень высокой и воспроизводимой скоростью при экстремальных нагрузках, необычных для классического порохового заряда. Горение должно начаться вблизи максимума диаграммы давления (при 300–500 МПа) и продолжаться во время движения вместе со снарядом при спаде давления, желательно с возрастающей скоростью. Это вводит во внутреннюю баллистику концепцию управляемого горения и существенно отличается от привычной классической схемы, в которой пороховой заряд полностью охвачен горением еще на начальной стадии выстрела, при низких давлениях. Для успеха требуется планомерное изучение закономерностей горения пороха, предлагаемого в качестве присоединенного заряда, в условиях, близких к реальным. Фактически основным инструментом исследований является теоретическая обработка результатов выстрела в модельных ствольных устройствах.

Литература

1. Коробов Ю.С. Термическое напыление. Современное состояние // Мат-лы междунар. научно-практического семинара. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2010. С. 4.
2. Станюкович К.П. Неустановившиеся движения сплошной среды. — М.: Наука, 1971. С. 442.
3. Soloukhin, R. I. 1974. Ignition and detonation processes in interaction of shock waves with perforated plates. *Acta Astronautica* 1:249.
4. Хомик С.В., Медведев С.П., Гельфанд Б.Е. Иницирование взрывных процессов в водородосодержащих газовых смесях многоструйным потоком продуктов детонации // ФГВ, 2010. Т. 46. № 10.