**взрыв при высокоскоростном движении заряда в воздухе**

**Перевалов И.А., Охитин В.Н., Бойко М.М.**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 105005, ул. 2-Бауманская, д. 5, стр.1, Москва

okhitin@sm.bmstu.ru

Исследование взрыва заряда, движущегося с большой сверхзвуковой скоростью в воздушной среде, представляет интерес с точки зрения оценки последствий взрывного выделения энергии космических тел при входе в атмосферу земли и потребностью предсказания разрушающего действия образцов артиллерийского и ракетного вооружения, функционирующих на сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях. Механическое действие воздушного взрыва быстродвижущегося заряда взрывчатого вещества существенно отличается от действия заряда покоящегося. При формировании взрывной волны от заряда, летящего в атмосфере, окружающей среде помимо потенциальной химической энергии, заключенной во взрывчатом веществе, передаётся кинетическая энергия поступательного движения, которая при скорости полёта порядка трёх километров в секунду соизмерима с теплотой взрыва конденсированных взрывчатых составов. Поэтому поражающая способность высокоскоростного заряда выше, чем неподвижного заряда. Очевидно максимальный эффект от взрыва летящего заряда имеет место в направлении его движения, куда излучается наибольшая доля его полной энергии. Если ударно-волновые свойства взрыва в стационарных условиях изучены достаточно хорошо, то со взрывом при высокоскоростном движении пока такой ясности нет, и число доступных публикаций, посвящённых этой теме, весьма ограничено.

Настоящая работа направлена на расширение представлений о воздушном взрыве быстродвижущегося заряда. Авторы провели численное моделирование данного явления в рамках механики сплошной среды. Рассматривалось двумерное осесимметричное движение воздуха и продуктов детонации конденсированного взрывчатого вещества, которые считались невязкими и нетеплопроводными. Предполагалось, что воздушная среда на бесконечности однородна и покоится, а заряд до подрыва движется поступательно с постоянной скоростью. Учитывалось возмущение воздуха в баллистической волне вокруг заряда.

Для поиска решения системы уравнений взрывного движения был создан специальный вычислительный алгоритм, основанный на модифицированном методе крупных частиц. Численное моделирование включало два этапа. На первом этапе методом установления по времени в системе координат, связанной с зарядом, рассчитывалось стационарное обтекание быстролетящего заряда воздушной средой. Полученные на этом этапе поля величин, описывающих течение, использовались в качестве начальных условий на втором этапе, где вычислялись ударно-волновые параметры взрыва, движущегося заряда.

В ходе численного моделирования были определены амплитудные и импульсные характеристики взрыва при различной скорости движения заряда, проанализирована картина развития взрыва на высокой скорости. Вычислительный эксперимент показал, что возмущение воздуха в баллистической волне не оказывает существенного влияния на ударно-волновые параметры в дальней зоне взрыва, и расчёт взрыва быстролетящего заряда с достаточной для практики точностью можно проводить, опуская первый этап вычисления установившегося обтекания. В работе определено приращение области заданных ударно-волновых параметров при увеличении скорости заряда, а также рассмотрено перераспределение энергии взрыва в различных направлениях от его центра.