

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛЕТА МАССИВНОЙ ИНЕРТНОЙ ОБОЛОЧКИ

Цель работы — исследование волновых процессов, происходящих при взрыве конденсированного взрывчатого вещества (ВВ), помещенного в разрушающийся локализатор взрыва, и определение влияния параметров устройства локализации взрыва на поражающее воздействие взрывной волны на значительном удалении от центра взрыва. Устройство локализации взрыва сконструировано по принципу массивной оболочки низкой прочности, заполненной двухфазной средой.

В качестве модели источника взрыва принята ограниченная область газа высокого давления. Давление в этой области определяется соотношением $E = (P_1 - P_0)V/(\gamma - 1)$. Методические аспекты такого подхода подробно изложены в работе [1].

В качестве модели разрушающегося устройства локализации взрыва принята область маркированного газа высокой плотности, учитывающая только эффекты инертности материала оболочки. Сопоставление результатов численного исследования, основанного на таком подходе, с результатами эксперимента позволяет судить о значимости эффектов инертности для снижения поражающего воздействия взрывной волны устройством локализации взрыва.

Исследование произведено методом численного моделирования на основе модели идеального совершенного газа. Произведено параметрическое исследование волновых процессов при различных значениях величин энерговыделения, плотности материала оболочки и геометрических размеров оболочки.

Задача решена в квазиодномерной центральносимметричной и квазидвумерной осесимметричной постановках. Для решения уравнений, описывающих течение газа, был использован метод конечных объемов, основанный на квазимоноотонной модифицированной схеме Годунова второго порядка аппроксимации по пространству и времени, предложенный в [2]. Была использована неструктурированная сетка, локально адаптирующаяся к решению в области больших градиентов плотности.

Использованные для сопоставления экспериментальные данные представляли собой профили давления в точках, удаленных на расстояния 1.5 м, 2 м, 2.5 м, 3 м от центра взрыва для случая взрыва заряда без оболочки, и профиль давления в точке на расстоянии 2 м для случая взрыва заряда внутри локализатора.

Все варианты расчета дают сходные результаты для максимального давления и импульса ударной волны. Эти результаты согласуются с экспериментальными данными для взрыва ВВ без оболочки. Профиль давления, сходный с экспериментальным для взрыва ВВ в оболочке, получить не удалось ни в одном из вариантов.

Для случая тяжелой оболочки, масса которой соответствует реальной массе устройства локализации, максимальное давление на расстоянии 2 м сходно со значением, полученным в эксперименте с использованием локализатора взрыва. Однако профиль давления существенно отличается от наблюдаемого экспериментально. При расчете этого варианта максимальное давление достигается для второй ударной волны, следующей за первой после разрушения оболочки. Возможно, причиной образования второй и последующих ударных волн является сферическая или цилиндрическая симметрия постановки задачи численного моделирования.

Показано, что распределение энерговыделения на большой объем не оказывает существенного влияния на характеристики ударной волны на расстояниях, больших нескольких (2–3) радиусов области начального энерговыделения, и может являться

решающим фактором для снижения поражающего воздействия локализатором взрыва лишь в непосредственной близости от оболочки.

Вопрос об адекватности модели локализатора взрыва как массивной инертной разрушающейся оболочки, не обладающей свойствами, характерными для двухфазных сред, остается открытым. При расчете с использованием этой модели наблюдается эффект снижения амплитуды ударной волны, не связанный с поглощением энергии ударной волны двухфазной средой, однако профили давления, наблюдаемые при расчете, качественно отличаются от полученных экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА:

1. D.V.Ritzel, K.Matthews. In: Proc. of the 21 International Symposium on Shock Waves, Australia, July 20-25, 1997. Paper 6590.
2. A.A.Fursenko, D.M.Sharov, E.V.Timofeev, P.A.Voinovich In: Proc. of the 19th International Symposium on Shock Waves, Marseille, France, 26-30 July 1993. Eds.: R.Brun, L.Z.Dumitrescu. Springer, 1995.