ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ОСЕСИММЕТРИЧНУЮ КОНСТРУКЦИЮ

Григал П.В., Самаркин А.М., Ярунов Ю.Г.

ЦФТИ МО РФ, Сергиев Посад
**y_yarunov@hotmail.ru*

В настоящей работе исследуются вопросы воздействия ударной волны (УВ) на осесимметричную оболочечную конструкцию. Внешняя оболочка рассматриваемой конструкции изготовлена из слоя теплозащитного покрытия (ТЗП), и алюминия, внутри возможен слой пенопласта, и затем идет слой взрывчатого вещества (ВВ). При воздействии УВ на данную конструкцию возможно схлопывание внешней оболочки с последующим инициированием ВВ. Теория поведения оболочечных конструкций под воздействием внешних нагрузок описана во многих работах [1–3].

Целью настоящей работы является определение параметров УВ малой длительности в ВВ при воздействии на оболочечную конструкцию, при котором возможно инициирование ВВ. Как известно, инициирование высокочувствительных ВВ может происходить при уровнях давления ~ 2 кбар, а низкочувствительных — ~ 100 кбар [5, 6, 8].

Задача решается с использованием программного комплекса «Динамика-2» и широкодиапазонных уравнений состояния воздуха с учетом упругопластического поведения материалов оболочечной конструкции.

При обтекании цилиндра ударной волной начинает формироваться отошедший скачок. Зависимости $V(R)$, $P(R)$ рассчитываются в рамках воздушной радиационной газовой динамики (ВРГД). Как оказалось, давление во фронте УВ неплохо описывается зависимостью вида $Pfr \approx C/R^N$, здесь C — некоторая константа, $N = \text{const} \approx 3$. После прямого скачка газ адиабатически тормозится. Под воздействием внешних нагрузок оболочка начинает ускоряться. Отметим здесь, что в сильной ударной волне роль упругих сил пренебрежимо мала и ускорение оболочки в основном определяется параметрами газа в точке торможения. При ускорении оболочки, газ начинает разгоняться, и давление за скачком немного падает. В сильной ударной волне ускорение оболочки определяется соотношением $dV/dt \approx P^*[\Sigma\rho_i h_i]^{-1} \approx \text{const}$, где P^* — давление в точке торможения (давление за отошедшим скачком), ρ_i — плотность разгоняемого материала оболочки, h_i — толщина слоя оболочки. В момент схлопывания скорость внешней оболочки $V \approx (2P^*[\Sigma\rho_i h_i]^{-1}H)^{1/2}$, где H — зазор между внешней оболочкой и слоем ВВ. Уравнение состояния ВВ берется в квазиакустической форме [6]. При схлопывании оболочки величина импульса давления P в ВВ определяется из контактных условий [7]. Длительность воздействия этого импульса давления составляет порядка $\tau \approx \Sigma h_i/C_i$, где $C_i \approx D_i$ —скорость звука в некотором слое оболочки толщины h_i.

Таким образом, в настоящей работе представлены основы методики для оценки воздействия сильных УВ на цилиндрические конструкции,

содержащие ВВ для прогнозирования последствий с учетом параметров чувствительности ВВ к внешним воздействиям.

1. Вольмир А.С. Гибкие пластинки и оболочки. М., 1956.
2. Аксельрад Э.Л. Гибкие оболочки. М.: Наука, 1976.
3. Амензаде Ю.А. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1976.
4. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
5. ФГВ. 1981. №6. С.90.
6. Станюкович К.П. Физика взрыва. М., 1975.
7. Абузяров М.Х. и др. // .ЖВММФ. 2000. Т.40. №6. С.940–953.
8. Физика взрыва / Под ред. Орленко Л.П. М.: Физматлит, 2002.