

Определения угла формирования псевдометеоритных частиц при “нормальной” схеме схлопывания кумулятивной облицовки

Виктор Баранов, Христо Христов,
Гаро Мардиросян***

Тулский государственный университет, Россия

** Военный научный технический институт, Болгария*

*** Институт космических исследований, БАН*

Определение угла формирования псевдометеоритных частиц, при “нормальной” схеме схлопывания кумулятивной облицовки в зарядах с линзой или из неоднородного взрывчатого вещества является междинной задачей описания процесса формирования, развития и проникания метеоритных частиц в облицовку и конструкцию космических аппаратов [1].

Опубликованный способ описания формирования псевдометеоритных частиц при “радиальной” схеме схлопывания кумулятивной облицовки имеет целый ряд недостатков, не позволяющие описать формирования псевдометеоритных частиц с заданной точностью [2]. “Радиальная” схема не учитывает при схлопывании осевое смещение псевдометеоритных частиц, что приводит к накоплению погрешности при расчете скоростей обжата элементов облицовки заряда, особенно если облицовка имеет форму однополостного гиперболоида, что очень удачно для формирования высокоскоростного потока псевдометеоритных частиц.

Необходимость повышения точности при описании процесса формирования псевдометеоритных частиц приводит к использованию “нормальной” схемы схлопывания кумулятивной облицовки - метание облицовки осуществляется в направлении, перпендикулярном внутренней

поверхности облицовки.

При описании процесса схлопывания для определения угла формирования псевдометеоритных частиц использованы следующие допущения: форма детонационной волны определяется расположением и конфигурацией линзы [3] или неоднородностью взрывчатого вещества [4] ("подвижная" линза со скоростью движения соизмеримой скорости детонации); береговой эффект отсутствует, материал облицовки несжимаемый; не учитывается торможение и нагрев облицовки при схлопывании. На рис. 1 изображена "нормальная" схема схлопывания кумулятивной облицовки заряда, в которой образующие внешней и внутренней поверхности облицовки заданы функциями $y = e(x)$ и $y = r(x)$, не являющимися линейными.

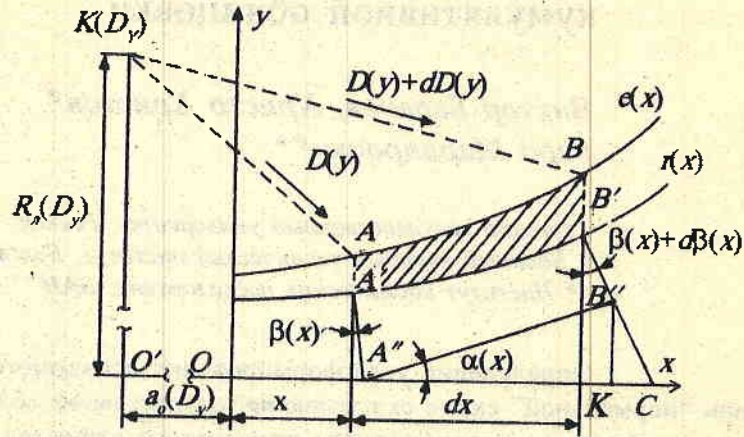


Рис. 1. "Нормальная" схема схлопывания кумулятивной облицовки

Распространение изогнутой линзой [3] или неоднородностью взрывчатого вещества [4] фронта детонационной волны происходит из точки $K(D_y)$ с радиусом $R_n(D_y)$, отстоящей на расстоянии $a_0(D_y)$ от начала координатной системы. В случае точечного источника детонации на грани линзы $D_y = \text{const}$, $R_n(D_y) = \text{const}$ и $a_0(D_y) = \text{const}$ [2]. В случае линзы сложного профиля ($D_y = \text{const}$) или неоднородного заряда ($D_y = f(y)$) - $R_n(D_y)$ и $a_0(D_y)$ являются функциями поверхности линзы или неоднородности заряда [3, 4].

В момент времени t_0 сечение элемента облицовки dx начинает движение к оси симметрии заряда по нормали к внутренней поверхности облицовки. За время dt точка A' пройдет путь m .

$$(1) \quad m = W_0 dt = \frac{W_0 \Phi_x}{D(y)},$$

где W_0 - скорость движения элемента по нормали облицовки в точке A' к оси заряда; Φ_x - функция влияния линзы или неоднородности заряда [3,4]. Тогда оставшийся путь до совмещения с оси Ox точки A' , время движения точки A' до схлопывания и путь точки B' по местной нормали к внутренней поверхности за это время определяются соответственно (2), (3), (4):

$$(2) \quad A'A'' - m = \frac{r}{\cos\beta} - \frac{W_0 \Phi_x}{D(y)},$$

где $A'A''$ - расстояние до оси по нормали к $r(x)$ в точке A' ; β - местный начальный угол наклона облицовки;

$$(3) \quad t = \left[\frac{r}{\cos\beta} - \frac{W_0 \Phi_x}{D(y)} \right] \frac{1}{W_0};$$

$$(4) \quad s = \left[\frac{r}{\cos\beta} - \frac{W_0 \Phi_x}{D(y)} \right] \left[1 + \frac{dW_0}{W_0} \right].$$

Таким образом, тангенс угла формирования элемента псевдометеоритного потока при "нормальном" схлопывании местной части кумулятивной облицовки длиной dx определяется из треугольника $A''B''C$ как (см. рис.1):

$$(5) \quad \operatorname{tg}\alpha(x) = \frac{B''K}{A''K}.$$

где $B''K = B''C \cos(\beta + d\beta)$; $A''K = C \sin(\beta + d\beta)$.
Учитывая, что:

$$(6) \quad \beta + d\beta = \operatorname{arctg}[r'(x) + r''(x)dx]$$

и после преобразований, выражение (5) примет вид:

$$(7) \operatorname{tg} \alpha(x) = \left\{ r + dr - \frac{r \cos[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{\cos(\operatorname{arctg} r')} - \frac{rdW_0 \cos[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{W_0 \cos(\operatorname{arctg} r')} + \frac{W_0 \Phi_x \cos[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{D(y)} \right\} \left\{ dx - rr' + \frac{r \sin[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{\cos(\operatorname{arctg} r')} + \frac{rdW_0 \sin[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{W_0 \cos(\operatorname{arctg} r')} - \frac{W_0 \Phi_x \sin[\operatorname{arctg}(r' + r'' dx)]}{D(y)} \right\}^{-1}$$

Формула (7) является более точной, чем выведенной в [1-3] и позволяет производить расчет угла формирования псевдометеоритных частиц, при "нормальной" схеме схлопывания для произвольных образующих поверхностей облицовки, при наличии в конструкции заряда линзового узла или неоднородности заряда взрывчатого вещества.

Полученный угол является исходной характеристикой для моделирования процесса развития и движения потока псевдометеоритных частиц.

Л и т е р а т у р а

1. Баранов, В., Христов, С. Петков, К. Бояджиев. Разработване на кумулативни заряди за изстрелване на псевдометеоритни частици. - Аэрокосм. изследв. в България, 1994, № 11.
2. Баранов, В., Христов, К. Бояджиев, С. Петков. Изследване на формирането на псевдометеоритен поток от частици. - Аэрокосм. изследв. в България, 1995, № 12.
3. Баранов, В., Христов, С. Деформирование фронта волны детонации линзой в задачах прогноза и имитационных аэрокосмических задачах. - Бюлг. геофиз.сп., 1996, №4 (под печат).
4. Баранов, В., Христов, С. Влияние на изменението на скоростта на детонация в случай на неоднородно взривно вещество върху уравнението на повърхността на фронта на детонационна вълна. - Ремонт на въор. и техн., ЮНС'95, ВВОВУ, В.Търново.

Поступила 22. I. 1996 г.

Determination of the angle of formation of pseudometeorite particles in a normal scheme of angle approach of a cumulative lining

*Victor Baranov, Christo Christov,
Garo Mardirossian*

(Summary)

The determination of the angle of formation of pseudometeorite particles in a normal scheme of angle approach of a cumulative lining by a shielded charge or another one with an inhomogeneous explosive agent is an intermediate task from the description of the process of formation, development and penetration of meteorite particles in the spacecrafts lining and construction. As a result there's obtained an expression for the angle spoken above, as a function of parameters of the charge.