Dr Miloje Cvetković,
pukovnik, dipl. inž.

Funkcija oblika cilindričkog barutnog zrna

U klasičnoj unutrašnjoj balistici definiše se funkcija oblika barutnog zrna:

$$\sigma = \frac{S}{S_0} \quad (1)$$

gde je:

S — trenutna površina barutnog zrna u toku sagorevanja;

S_0 — početna površina barutnog zrna.

Funkcija oblika daje se u zavisnosti od relativne sagorele debljine barutnog zrna:

$$y = \frac{2e}{2e_0} \quad (2)$$

gde je:

$2e$ — sagorela debljina barutnog zrna;

$2e_0$ — početna debljina barutnog zrna.

Ta zavisnost, za degresivne barute, ima oblik.

$$\sigma = 1 + 2\lambda y + 3\mu y^2 \quad (3)$$

gde su:

λ, μ — koeficijenti oblika.

Za cilindrično barutno zrno u postojećoj literaturi daje se izgled krive (3), kao na sl. 1.

Ovo nije ispravno. Ovakav oblik krive, uz uslov da ona prolazi kroz

tačke (0,1) i (1,0), može da se dobije samo ako je $\lambda = 0$ i $\mu = -1$, odnosno da važi zakonitost:

$$\sigma = 1 - y^2$$

Sl. 1

Očigledno je da date vrednosti koeficijenata oblika ne mogu da se ostvare, jer, na primer, negativna vrednost za μ značila bi da je odnos prečnika baze barutnog zrna i visine negativan broj.

Da bi se analizirao stvarni oblik krive σ , razmotriće se dve konfiguracije cilindričnog barutnog zrna.

1. Za uobičajeno cilindrično barutno zrno prečnik zrna (debljina $2e_0$) je manji od visine zrna (h).

Ako se uvede oznaka:

$$\beta = \frac{2e_0}{h}$$

tada je:

$$\lambda = - \frac{1 + 2\beta}{2 + \beta}$$

$$\mu = \frac{\beta}{2 + \beta}$$

Izraz (3) može da se napiše u obliku:

$$\sigma = 1 - y + y(1 + 2\lambda + 3\mu y) \quad (4)$$

Uvodeći oznaku:

$$R = 1 + 2\lambda + 3\mu y = \frac{3\beta(y-1)}{2+\beta} \quad (5)$$

dobija se:

$$\sigma = 1 - y + Ry \quad (6)$$

Pošto je tokom sagorevanja $y < 1$, uvek važi $R < 0$, pa je kriva za σ ispod pravca $\sigma = 1 - y$ (sl. 2). Za kraj sagorevanja je $y = 1$, pa je $R = 0$ i $\sigma = 0$.

Sl. 2

Granični slučaj je za $\beta = 1$ (prečnik baze cilindra je jednak visini) i tada izraz (3) odgovara izrazu za sferno barutno zrno.

Podaci za crtanje dijagrama na sl. 2 dati su u tabeli.

Tabela

y \ β	σ									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	0.89	0.88	0.86	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.81
0.2	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.70	0.68	0.66	0.65	0.64
0.3	0.67	0.64	0.62	0.60	0.57	0.55	0.54	0.52	0.50	0.49
0.4	0.57	0.53	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36
0.5	0.46	0.43	0.40	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25
0.6	0.37	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
0.7	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09
0.8	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.02	0.05	0.04
0.9	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.06	0.02	0.01
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. Za cilindrično barutno zrno kod kojeg je prečnik ($2r$) manji od visine (ovakvi baruti se ne rade), visina ima smisao debljine barutnog zrna ($2e_0$). Tada važi:

$$\beta = \frac{2e_0}{2r}$$

pa se dobija:

$$\lambda = - \frac{\beta(2+\beta)}{1+2\beta}$$

$$\mu = \frac{\beta^2}{1+2\beta}$$

Izraz (3) sada je identičan izrazu za oblik kvadratne pločice. Postoji granična vrednost:

$$\sigma_k = \lim_{y=1} \sigma = 1 + 2\lambda + 3\mu = \frac{1 - 2\beta + \beta^2}{1 + 2\beta}$$

Za $\beta < 1$ je $\sigma_k > 0$. To znači da na kraju sagorevanja veličina σ sa konačne vrednosti σ_k ima skok u nulu (fizički nestanak barutnog zrna).

S druge strane, sada je:

$$R = \frac{1 - 2\beta(1+\beta) + 3\beta^2 y}{1 + 2\beta}$$

Iz uslova $1 - 2\beta(1+\beta) = 0$ sledi $\beta = 0.365$. To znači da za $\beta < 0.365$ važi $R > 0$, pa je kriva σ iznad pravca $\sigma = 1 - y$. Za uslov $\beta > 0.365$ kriva σ je na početku sagorevanja ispod pravca $\sigma = 1 - y$ i preseca ga negde u toku sagorevanja. To je ilustrovano na sl. 3.

Sl. 3

Zaključak

Cilj ovog rada bio je da se ukaže na određenu pogrešku u literaturi. Pored toga, potrebno je ukazati na još je-

dnu činjenicu. Naime, u stručnim krugovima, pri diskusijama o korišćenju postojeće literature, neki govore da težište treba da bude na korišćenju kvalitetnih knjiga, a drugi da to treba da se odnosi na članke. Sigurno je da treba koristiti obe literaturne grupacije i da u tome treba biti selektivan. Oni koji veću pažnju posvećuju knjigama često prihvataju tezu da je sve što je dato u njima apsolutno tačno. No, mora se priznati da se češće javljaju pogreške u knjigama nego u člancima. U obrađenom primeru pojedini autori su precrtavali dijagrame jedan od drugog, ne proveravajući njihovu ispravnost (u teoretskom smislu jednačine su korektne), misleći da prethodnik, kao priznati stručnjak iz oblasti unutrašnje balistike, ne može da pogreši.

Literatura:

- [1] M. E. Serebrjakov: Vnutrennjaja ballistika stvolnyh sistem i porohovyh raket, Moskva, 1957.
- [2] M. Budiselić: Unutrašnja balistika, TŠC — Zagreb, 1971.

- [3] M. Cvetković: Unutrašnja balistika, VVTŠ — Zagreb, 1985.