

## 13. PANCIRNI PROJEKTILI

Osnovna namena pancirnih projektila je dejstvo protiv čeličnog oklopa ili pancira, po čemu su i dobili naziv. Pancirni projektili ispoljavaju svoje dejstvo na taj način što se kinetička energija projektila pri udaru u cilj najvećim delom utroši na probijanje napadnutog oklopa. Zbog toga se pancirni projektili danas primenjuju samo kod oruđa za neposredno gađanje, koja su u stanju da projektilu saopšte veliku početnu brzinu i položenu putanju.

### **13.1. Konstrukcije karakteristike pancirnih projektila**

Artiljerijski pancirni projektili su namenjeni za uništenje oklopnih ciljeva: tenkova, oklopnih vozila, čelično-betonskih utvrđenja i sl.

Pojavili su se krajem 19. veka, prvobitno samo za dejstvo protiv oklopnih brodova, a u II svetskom ratu postaju osnovni protivoklopni projektili. U periodu posle II svetskog rata, primat u protivoklopnoj borbi preuzimaju klasični i raketni projektili sa kumulativnim eksplozivnim punjenjem, prvenstveno zbog masovne zastupljenosti kod najrazličitijih sistema naoružanja. Međutim, kada su u pitanju topovi, onda su pancirni projektili, zbog izvesnih svojih karakteristika (velika preciznost zbog velikih početnih brzina, sigurno uništenje cilja u slučaju proboja oklopa, efikasno dejstvo protiv ciljeva sa predoklopom i sendvič-oklopom), takođe doživeli značajna usavršavanja u posleratnom periodu. Njihovo usavršavanje išlo je u pravcu povećanja efikasnosti, čija je osnovna mera probojnost pancirne prepreke.

Prema konstrukciji artiljerijski projektili se mogu podeliti u dve osnovne grupe: kalibarni i potkalibarni.

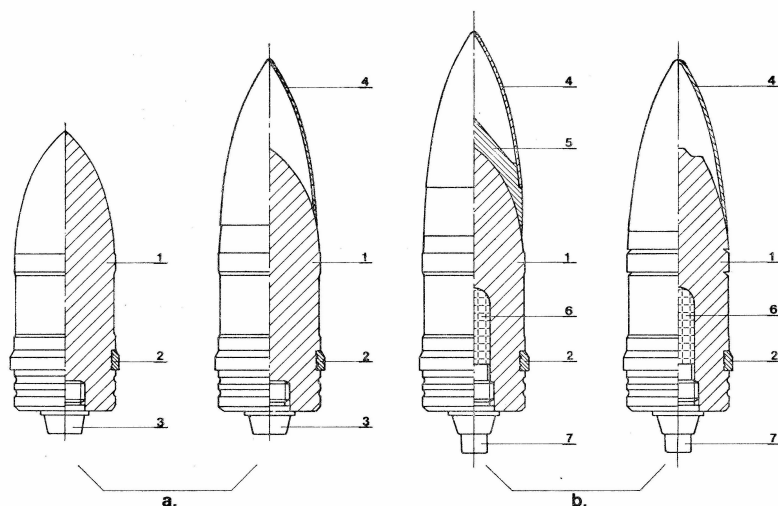
#### **13.1.1. Kalibarni pancirni projektili**

Na slici 13.1 prikazane su različite vrste kalibarnih pancirnih projektila. Kao što se na slici vidi, postoje pancirni projektili čisto probojnog dejstva (bez eksplozivnog punjenja) i pancirni projektili probojno-razornog dejstva (sa eksplozivnim punjenjem), a u zavisnosti od oblika vrha tela, mogu biti rikošetni i antirikošetni.

Telo pancirnog projektila je izrađeno od legiranog čelika visokog kvaliteta (sa volframom, niklom, manganom, molibdenom i sl.), a projektovano je tako da izdrži velika naprezanja pri prolazu kroz prepreku. Vođenje u cevi oruđa ostvaruje se na klasičan način pomoću centrirajućih ojačanja (na prednjem i zadnjem delu projektila) i vodećeg prstena.

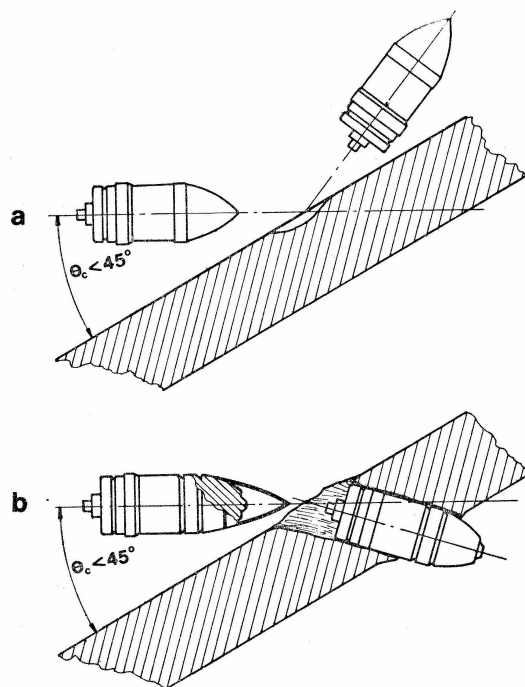
Pored tehnoloških problema koje treba savladati pri proizvodnji tela projektila, od najvećeg je značaja, s konstruktivne strane, sprečavanje rikošeta ovih projektila pri sudaru sa kosim oklopom (rikošetiraju pri udarnim uglovima manjim od  $45^\circ$ ). To se postiže na taj način što se telu projektila daje "antirikošetni" oblik. Suština antirikošetnog oblikovanja je u tome da rezultujuća sila otpora kose prepreke, koja deluje u dodirnoj tački, formira takav moment u odnosu na težište projektila, koji će okretati projektil ka prepreci tako da se pravac kretanja projektila u toku probijanja približava ka normalni na oklop na mestu pogotka (slika 13.2). Zbog toga antirikošetno oblikovani pancirni projektili imaju tup vrh (kriva prednjeg oživala je logaritamska spirala), ili im je vrh odsečen.

Aerodinamičko oblikovanje, u takvim slučajevima, ostvaruje se dodavanjem balističke kape. Antirikošetni pancirni projektili rikošetiraju pri udarnim uglovima manjim od  $30^\circ$ .



**Slika 13.1. Kalibarni pancirni projektili: a) pancirni projektili bez eksplozivnog punjenja, b) pancirni projektili sa eksplozivnim punjenjem, (1 - telo projektila, 2 - vodeći prsten, 3 - traser, 4 - balistička kapa, 5 - pancirna kapa, 6 - eksplozivno punjenje, 7 - upaljač sa traserom)**

Nedostatak antirikošetno oblikovanih projektila je u tome što tupi vrh izaziva veliko opterećenje tela projektila pri udaru u oklop pod pravim uglom, tako da može doći do uzdužnog prskanja projektila i kompromitovanja probojnog dejstva. Da prslina ne bi dostigla zadnji deo, u telo projektila se urezuju poprečni kanali tzv. lokalizatori, koji zaustavljaju širenje prslina.



**Slika 13.2. Sudar pancirnog projektila sa jako nagnutim oklopom: a) kretanje rikošetnog projektila, b) kretanje antirikošetnog projektila**

Zadnji deo tela projektila je cilindričnog oblika i sa ravnim dnom. Sa zadnje strane, u telu projektila, postoji mala komora za smeštaj eksplozivnog punjenja, upaljača i traser. Ukoliko je pancirni projektil bez eksplozivnog punjenja, u telu projektila sa zadnje strane postoji samo otvor za uvijanje traser (ako je poseban element), ili za utiskivanje traserne smeše.

Traser je obavezan element svih artiljerijskih pancirnih projektila. Pali se od vrelih barutnih gasova u cevi oruđa. Pri letu projektila traser gori i ostavlja svetao trag. Time se olakšava korektura gađanja, posebno za brzopokretne ciljeve. Kod pancirnih projektila sa eksplozivnim punjenjem traser je sastavni deo upaljača.

Eksplozivno punjenje se načelno nalazi samo kod pancirnih projektila srednjih i velikih kalibara. Iniciranje eksplozivnog punjenja vrši se preko upaljača udarno-inercijalnog tipa, koji aktivira punjenje sa izvesnim usporjenjem, tako da do eksplozije dođe nakon što projektil probije oklop. Konstruktivne karakteristike pancirnih projektila sa eksplozivnim punjenjem date su u tabeli 13.1.

Tabela 13.1

Dimenzije projektila u kalibrima (d)							Relativna masa projektila ( $m_p/d^3$ ) (kg/dm <sup>3</sup> )
$l_c$	$h$	$h_k$	$H$	$R$	$r$	$l_k$	
1,5—2,0	0,8—1,0	0,3—0,4	2,0—2,5	1,30—1,36	0,2—0,4	0,8—1,3	15

**Napomena:**

- Projektilima bez pancirne kape odgovaraju veće vrednosti dužine  $l_c$ .
- Koefficient eksplozivnog punjenja ( $\alpha$ ) je oko 0,85%.
- Relativna masa eksplozivnog punjenja ( $C_e$ ) je 0,1—0,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Pancirna kapa smanjuje naprezanje vrha tela projektila u sudaru sa oklopom. Po pravilu je izrađena od istog materijala kao i telo projektila, ali sa nešto nižim mehaničkim osobinama (ima manju tvrdoću). Njena uloga se ogleda u tome što se pri sudaru projektila sa oklopom gnječi i povećava kontaktnu površinu između oklopa i vrha tela projektila i na taj način smanjuje specifično opterećenje vrha. Zbog toga je pancirna kapa naročito efikasna pri sudaru sa vertikalnim oklopom. Međutim, ako se udarni ugao smanjuje, pozitivni uticaj pancirne kape opada, tako da pri udarnim uglovima manjim od 50° nema više pozitivnog uticaja na proboj, već se povećavaju rikošetna svojstva. Upravo zbog toga pancirni projektili antirikošetnog tipa nemaju pancirnu kapu.

Balistička kapa se postavlja na vrh projektila da smanji silu otpora vazduha. Izrađuje se najčešće od čeličnog lima i učvršćuje navojima ili pertlovanjem.

### 13.1.2 Potkalibarni pancirni projektili

Kako pancirni projektili dejstvuju na cilj svojom kinetičkom energijom, razumljiva je težnja da ova energija u trenutku sudara sa preprekom bude što je moguće veća. Kinetička energija na cilju može se povećati:

- povećanjem mase projektila,

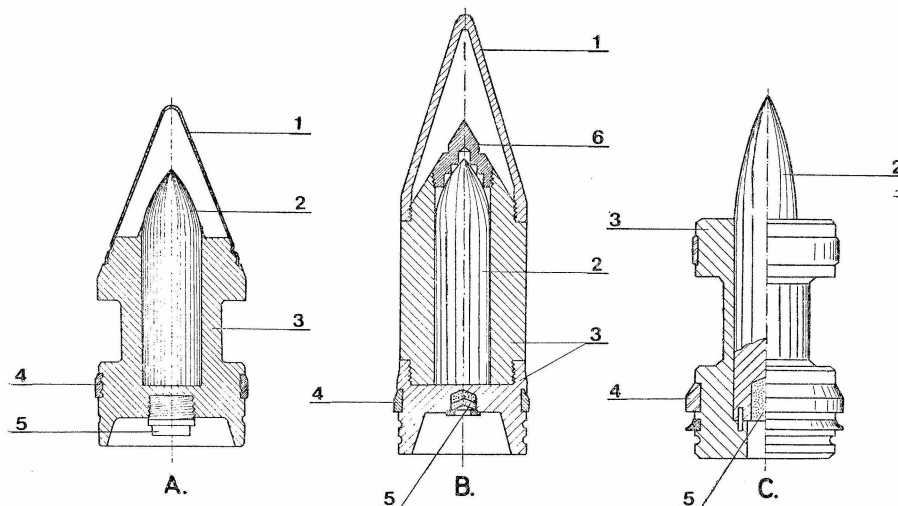
- povećanjem početne brzine projektila,
- poboljšanjem aerodinamičkog oblika projektila (smanjenjem pada brzine od oruđa do cilja).

Kako se zbog razloga koje diktiraju uslovi žiroskopske stabilizacije projektila (za ostvarenje stabilnosti potrebno je da odnos momenata inercije oko uzdužne i poprečne ose projektila bude u određenim granicama, što uslovljava i odnos prečnika i dužine projektila), masa projektila ne može povećavati produžavanjem projektila bez uticaja na pad početne brzine, prvi način nedvosmisleno vodi povećanju kalibra projektila. Međutim, povećanje kalibra iznad izvesne (optimalne) granice ima negativne posledice kao što su: povećanje mase i gabarita oruđa, povećanje mase i potrebne snage vozila (tenka ili vučnog vozila), smanjenje prohodnosti oruđa i vozila, povećanje cene oruđa i municije, otežani transport municije itd. Komplikuje se i manipulacija municijom, naročito u skučenom prostoru samahodnog oruđa.

S druge strane, povećanje početne brzine iziskuje povećanje mase barutnog punjenja, pritiska i dimenzija cevi, sa konačnim posledicama sličnim kao u prvom slučaju. Maksimalne brzine koje se mogu postići sa klasičnim, kalibarnim, žiroskopski stabilisanim projektilima kreću se oko 1000 m/s.

Rešenje ovog problema nađeno je u uvođenju i usavršavanju potkalibarnih pancirnih projektila. Kao što je poznato, kinetička energija projektila je linearna funkcija mase projektila, a kvadratna funkcija brzine projektila. Ta činjenica je navela na ideju o potkalibarnim projektilima, koji imaju manju masu, ali znatno veću brzinu.

Potkalibarni pancirni projektili izvide se konstrukciono na nekoliko načina (slika 13.3).



**Slika 13.3. Potkalibarni pancirni projektili starije konstrukcije:**

**A - ruski BP-354P, 76 mm**

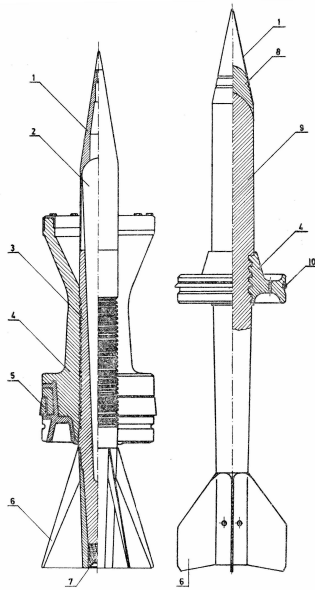
**B - američki HVAP-T M93A1, 76 mm**

**C - švedski HVAPDS-T, 76 mm**

**1 - balistička kapa, 2 - jezgro, 3 - nosač ili obloga jezgra, 4 - vodeći prsten, 5 - traser, 6 - utvrđivač jezgra**

Kao što se na slici vidi, potkalibarno jezgro, kao nosilac kinetičke energije, stavljeno je u laganu kalibarnu oblogu (nosač), koja služi za vođenje projektila kroz cev. Na oblozi se nalazi vodeći prsten koji se urezuje u žljebove cevi i tako projektilu saopštava intenzivnu rotaciju radi žiroskopske stabilizacije na putanji. Kod projektila na slici 13.3-c obloga otpada ispred usta cevi (usled dejstva vazdušnog otpora), a potkalibarno jezgro samo nastavlja kretanje prema cilju. Kod preostale dve konstrukcije, potkalibarno jezgro stiže na cilj u oblozi. Pri sudaru projektila sa preprekom, obloga se deformiše i ostaje ispred prepreke, a proboj pancira vrši samo jezgro. Početna brzina takvih projektila može se kretati od 950 do 1400 m/s.

Najsavremenije konstrukcije potkalibarnih pancirnih projektila su izduženog (strelastog) oblika i na repnom delu imaju ugrađena krilca (slika 13.4).



**Slika 13.4. Savremeni pancirni potkalibarni projektili: A - za ožlebljene cevi, B - za glatke cevi**  
**1 - balistička kapa, 2 - potkalibarno zrno, 3 - nosač jezgra, 4 – vodica (segmenti), 5 - vodeći prsten, 6 - krilca,**  
**7 - traser, 8 - pancirna kapa, 9 - potkalibarno telo, 10 - zaptivni prsten**

Prvi tip projektila ima ugrađenu vodicu u vidu segmenata, koji otpadaju posle izlaska projektila iz cevi oruđa, tako da deo koji nastavlja let ima gotovo idealan aerodinamički oblik. Ovaj projektil se ispaljuje iz ožlebljene cevi topa, pa zato na nosaču postoji pokretni (rotirajući) vodeći prsten koji se urezuje u žljebove cevi, tako da se na projektil prenosi samo blaga rotacija. Centrifugalne sile usled rotacije projektila, koje deluju u centru mase segmenata, treba da budu takvog intenziteta da su u stanju da, posle napuštanja cevi oruđa, savladaju otpor vodećeg prstena i da razdvoje segmente. Drugi tip projektila je po konstrukciji sličan prvom, samo što se on izbacuje iz topa sa glatkom cevi. Zato ovaj projektil ima otpadajuće segmente sa bakarnim zaptivnim prstenom, koji predstavljaju vodice.

Početna brzina najsavremenijih potkalibarnih pancirnih projektila kreće se u granicama od 1500 do 1800 m/s.

Potkalibarno jezgro i potkalibarno telo strelastih projektila izrađuje se od legura tvrdih metala postupkom sinterovanja. U novije vreme se koristi i legura osiromašenog urana sa nekim od tvrdih metala. Gustina ovih legura je sledeća:

- a) Tvrdi metal - dvojna legura volframovog karbida i kobalta ili volframovog karbida i nikla, gustine  $14 \div 15 \text{ g/cm}^3$ .
- b) Teški metal - trojna legura volframa, nikla i bakra ili volframa, nikla i gvožđa, gustine  $16 \div 18.5 \text{ g/cm}^3$ .
- c) Osiromašeni uran - legura urana sa molibdenom ili drugim elementima, gustine  $18 \text{ g/cm}^3$ .

Za dejstvo potkalibarnih projektila od sinterovanog metala karakteristično je da se, zbog naglog rasterećenja posle proboja, u trenutku izlaska iz oklopa raspadaju, pa iza oklopa dejstvuju velikim brojem ubitačnih parčadi.