Zoran Maletić,
poručnik, dipl. inž.

Dr Dušan Rajić,
kapetan I klase, dipl. inž.

IDENTIFIKACIJA HEMIJSKE MUNICIJE ZAPLENJENE U RATU (II DEO)

Statičkim aktiviranjem hemijskog projektila nepoznatog sadržaja može se, uz minimalnu kontaminaciju terena, izvršiti nasilno otvaranje košuljice i pouzdano ustanoviti da li je i kojom vrstom bojnog otrova dotični projektil laborisan. U radu je definisana metodologija statičkog aktiviranja hemijskog projektila.

Uvod

U savremenom ratu mogućnost primene hemijskog oružja predstavlja realnost. Ako se neka zemlja obavezala da dosledno poštuje konvencije o zabrani upotrebe i proizvodnje hemijskog oružja, to ne znači da ona ne može postati žrtva potencijalnog agresora spremnog da takva sredstva upotrebi. U okviru zaštite od hemijskog oružja, u prethodnim radovima [1, 2] razmatrana je mogućnost identifikacije zaplenjene hemijske municije na osnovu oznaka, konstrukcije i efekata na cilju nakon dinamičkog aktiviranja. U radu je razmotren model statičkog aktiviranja hemijskog projektila nepoznatog sadržaja i na taj način zaokružen problem identifikacije hemijske municije.

Statičko aktiviranje projektila

Statičko otvaranje projektila obuhvata postupak probijanja košuljice projektila aktiviranjem eksploziva postavljenog na njen najtanji deo. Vrstu i oblik eksploziva treba izabrati tako da otvor koji se želi dobiti bude što manji. Taj zahtev može biti ispunjen ukoliko se eksplozivno punjenje formira u tzv. kumulativnom obliku. Kumulativno eksplozivno punjenje je specijalan slučaj eksplozivnog punjenja. Zahvaljujući izvesnim konstrukcionim specifično-

stima, dejstvo eksplozije takvog punjenja je u prostoru orijentisano u izabranom pravcu.

Princip dejstva kumulativnog eksplozivnog punjenja sa metalnom oblogom šupljine u osnovi je izučen. Detonacioni talas iniciran u eksplozivnom punjenju na strani suprotnoj od kumulativne šupljine, kreće se prema šupljini i zahvata metalnu oblogu šupljine. Pod dejstvom pritiska u detonacionom talasu dolazi do razaranja obloge i potiskivanja njenih delova prema osi kumulativne šupljine. Posle spajanja (sudara) na osi kumulativne šupljine delovi obloge se dele na dva dela. Levo od tačke spajanja formira se od spoljnjih slojeva metalne obloge sekundarni deo mlaza. Taj deo mlaza, praktično, nema ulogu u probijanju. Desno od tačke spajanja formira se od unutrašnjih slojeva metalne obloge primarni deo kumulativnog mlaza, koji se kreće udesno vrlo velikom brzinom. Upravo taj deo kumulativnog mlaza, iako je njegova masa znatno manja od mase sekundarnog mlaza, zbog velike brzine probija prepreke velike debljine. Ako se na putu kumulativnog mlaza nađe prepreka, mlaz će — zahvaljujući svojoj velikoj kinetičkoj energiji, — prodirati u prepreku deformišući je. U materijalu prepreke koji je potisnut radikalno ostaje otvor čija se dubina povećava brzinom zavisnom od parametara

mlaza. Polazeći od velike brzine kretanja mlaza, međusobno dejstvo mlaza i prepreke može se razmatrati kao međusobno dejstvo idealne tečnosti, primenjujući jednačine hidrodinamike.

Posmatraće se kumulativni mlaz gustine ρ_m i dužine l_m koji se kreće brzinom v_1 . Na slici 1. šematski je prikazano prodiranje mlaza u prepreku.

Sl. 1 — Prodiranje kumulativnog mlaza u prepreku

Tačka A (tačka sudara) kreće se u prepreci brzinom v_p sve dok se mlaz »ne istroši« (u gornjem delu slike strelice pokazuju realan smer brzine v_1 i v_p).

Ako se uvede pokretan koordinatni sistem koji se kreće zajedno sa tačkom A, materijal prepreke će se kretati ulevo brzinom v_p , a mlaz udesno brzinom $v_1 - v_p$ (ove brzine prikazane su strelicama u donjem delu slike). Primenom Bernulijeve jednačine:

$$p + \rho \cdot v^2 = \text{const.} \quad (1)$$

i korišćenjem jednakosti pritiska p na obe strane kontaktne površine mlaza i prepreke dobija se:

$$\rho_m \cdot (v_1 - v_p)^2 = \rho_p \cdot v_p^2 \quad (2)$$

$$\frac{v_p}{v_1 - v_p} = \sqrt{\frac{\rho_m}{\rho_p}} \quad (3)$$

gde je:

ρ_p = gustina materijala prepreke.

Kako je ukupno vreme delovanja mlaza:

$$t = \frac{v_1 - v_p}{l_m} \quad (4)$$

dubina prodiranja mlaza biće:

$$l_p = v_p \cdot t = \frac{v_p}{v_1 - v_p} \cdot l_m = l_m \sqrt{\frac{\rho_m}{\rho_p}} \quad (5)$$

Dobijeni izraz za l_p odgovara idealiziranim uslovima i u praksi se može koristiti samo pri vrlo približnim proračunima. Neophodno je pri tome za vrednost dužine mlaza l_m uzimati 2 do 4 puta veću vrednost dužine kumulativne šupljine.

Ako se mehanizam prodiranja razmatra u realnim okvirima, a ne potpuno idealizirano, očigledno je da intenzitet prodiranja zavisi ne samo od gustine već i od drugih, prvenstveno mehaničkih karakteristika prepreke. Uvođenjem izvesne funkcije ϕ , koja treba da predstavlja gubitke energije mlaza u procesu prodiranja (deformacioni rad, zagrevanje mete), stanje ravnoteže u tački A može se predstaviti izrazom:

$$\rho_m \frac{(v_1 - v_p)^2}{2} = \rho_p \frac{v_p^2}{2} + \phi \quad (6)$$

Rešavanjem jednačine po v_p , vodeći računa o rešenju koje ima fizičkog smisla, dobija se:

$$v_p = v_1 \frac{\rho_m}{\rho_m - \rho_p} \left[1 - \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right) \left(1 - 2 \frac{\phi}{\rho_m v_1^2}\right)} \right] \quad (7)$$

a uvođenjem ovog izraza za v_p u izraz:

$$l_p = l_m \left[1 - \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_m} + 2 \frac{\phi}{\rho_m v_1^2} \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)} \right] \left[\sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_m} + 2 \frac{\phi}{\rho_m v_1^2} \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)} - \rho_p \rho_m \right] \quad (8)$$

M. A. Cook preporučuje za funkciju ϕ vrednost 1,75 δv (δv je granica razvlačenja materijala prepreke) u slučajevima kada brzina mlaza ima vrednost pri kojoj stvarni mehanizam probijanja stvarno odstupa od idealiziranog stanja, odnosno u slučajevima kada je $v_1 < 4000$ m/s. U slučajevima kada je $v_1 > 4000$ m/s, može se smatrati da je $\phi = 0$.

Određivanje dubine prodiranja mlaza u prepreku, u pojedinim konkretnim slučajevima, može dati rezultate koji će znatno odstupati od eksperimentalnih. To je sasvim razumljivo ako se ima u vidu složenost mehanizma prodiranja mlaza i uticaj brojnih faktora koji se ne mogu obuhvatiti jednim egzaktnim matematičkim izrazom.

Eksperimentalni deo

Za izvođenje eksperimenta uzeta su četiri projektila kalibra 155 mm čiji se sadržaj nije mogao utvrditi ni jednom od poznatih metoda identifikacije, pa se posumnjalo da se radi o hemijskoj municiji.

Eksperiment je izveden na poligonu koji je ispunjavao sve bezbednosne uslove kad je reč o udaljenosti od naseljenih mesta.

Tokom eksperimenta preduzete su sve mere pozadinskog i borbenog obezbeđenja, kao i protivhemijske zaštite.

Za statičko aktiviranje projektila 155 mm, identifikacijom i dekontaminacijom njihove sadržine, uzeta su sledeća sredstva:

- 6 kumulativnih punjenja od plastičnog eksploziva heksogena od po 100 g,

- 6 kumulativnih levaka konusnog oblika, debljine 1 mm, izrađenih od bakra,

- 6 detonatorskih kapisli, azidnih br. 8,

- 10 m sporogorećeg štapina,

- 2 ručna hemijska detektora sa indikatorskim cevčicama (HD-M1),

- automobil-cisterna za dekontaminaciju (ACD M71),

- zaštitne maske M2 i zaštitna odela,

- 50 kg kaporita sa 65% aktivnog hlora,

- 2 kg NaOH,

- 150 l vode,

- bure od 200 l.

Sa artiljerijskih projektila se najpre skida upaljač i, ako je moguće, vadi umetnuto eksplozivno punjenje. Potom se plastični eksploziv formira u obliku valjka i umetne u aluminijumski cilindar koji je sa druge strane bio zatvoren konusnim levkom od bakra. Na taj način formirano je improvizovano kumulativno eksplozivno punjenje. Sa gornje strane eksplozivnog punjenja metalnim šiljkom napravljeno je udubljenje u plastičnom eksplozivu i u njega smeštena kapisla sa sporogorećim štapinom.

Nakon ukopavanja projektila u zemlju, na košuljicu ispod gornjeg centrirajućeg ojačanja postavljeno je kumulativno eksplozivno punjenje i pričvršćeno lepljivom trakom za košuljicu projektila. Aktiviranje eksplozivnog punjenja izvedeno je iz zaklona, koji se nalazi na bezbednoj udaljenosti.

Ista metoda primenjena je i kod ostalih projektila.

Rezultati i diskusija

Aktiviranje improvizovanog kumulativnog eksplozivnog punjenja izvedeno je iz zaklona sa bezbedne udaljenosti. Pre aktiviranja preduzete su sve mere bezbednosti i zaštite ljudstva koje je učestvovalo u izvođenju eksperimenta.

Ispravnost i kompletnost sredstava za detekciju i zaštitu proverena je neposredno pre aktiviranja projektila, radi izbegavanja neželjenih posledica ukoliko je projektil laborisan bojnim otrovom.

U blizini mesta izvođenja eksperimenta nalazile su se dovoljne količine dekontaminacionih materija ukoliko i pored svih preduzetih mera opreza, dođe do kontaminacije ljudstva koje je izvodilo eksperiment.

Aktiviranjem eksplozivnog punjenja postavljenog na košuljicu projektila, iznad mesta aktiviranja razvio se gust beli oblak dima. On se vrlo sporo širio, što je bio dovoljan indikator da se posumnja na dimni projektil.

Otvor na košuljici dobijen aktiviranjem improvizovanog eksplozivnog punjenja bio je dovoljno širok da se detekcija i dekontaminacija mogu izvršiti.

Zbog nepouzdanosti organoleptičkog načina identifikacije, naknadno je, pomoću hemijskih detektora i indikatorskih cevčica, nedvosmisleno utvrđeno da je projektil laborisan dimnom smešom a ne toksičnom materijom.

I pored toga što je pretpostavka da su projektili laborisani bojnim otrovom bila pogrešna, na ovaj način utvrđeno je da se identifikacija sadržaja nekog projektila dosta sigurno može izvršiti njegovim statičkim aktiviranjem, uz preduzimanje svih mera bezbednosti i primenu sredstava protivhemijske zaštite.

Da su projektili bili laborisani toksičnom materijom, nakon aktiviranja eksplozivnog punjenja i probijanja košuljice, pristupilo bi se detekciji i identifikaciji bojnog otrova, a nakon toga i dekontaminaciji.

Literatura:

[1] Rajić, D. (1992), Označavanje hemijske municije stranog porekla, VTG, br. 5/92.

Zaključak

Primenom statičke metode aktiviranja hemijskog projektila može se sa sigurnošću identifikovati njegov sadržaj.

Pri korišćenju ove metode osnovno je izabrati količinu, oblik i vrstu eksplozivnog punjenja, te formiranjem i aktiviranjem improvizovanog kumulativnog punjenja napraviti otvor u košuljici na njenom najtanjem delu. Neophodno je izbeći rasprskavanje cele košuljice, radi izbegavanja mogućnosti šire kontaminacije terena.

Nakon aktiviranja kumulativnog punjenja potrebno je nekom od metoda izvršiti detekciju i identifikaciju unutrašnjeg sadržaja, tj. kapljica ili para bojnog otrova. Ukoliko na terenu ne postoji mogućnost analize otrova, uzorke treba poslati na analizu u najbližu naučnu ustanovu.

Posle toga treba izvršiti dekontaminaciju ljudstva, MTS i terena, primenom metoda i materijala koji su najpogodniji za dotičnu toksičnu materiju.

Pri izvođenju identifikacije na ovakav način veoma je važno napraviti organizaciju posla i preduzeti sve mere obezbeđenja, bezbednosti i zaštite, radi izbegavanja nastanka akcidenta.

Ova metoda identifikacije daje nedvosmislene odgovore na pitanje da li se u projektilu nepoznatog porekla nalazi bojni otrov. Ta činjenica favorizuje ovu metodu kada se pred stručne organe postavlja problem identifikacije nepoznate municije.

[2] Rajić, D. Maletić Z. (1994), Identifikacija hemijske municije zaplenjena u ratu (I deo), VTG, br. 2/94.