Radoljub Došić,
potpukovnik, dipl. inž.

OCENA TEHNIČKOG STANJA UBOJNIH SREDSTAVA NA OSNOVU REZULTATA KONTROLNOG ISPITIVANJA

Prikazan je jedan način praćenja i obrade rezultata kontrolnih ispitivanja, način izbora uzoraka za kontrolu, analiza odstupanja balističkih parametara u toku skladištenja ubojnih sredstava i njihov uticaj na kvalitet uskladištenih ubojnih sredstava. Primenom ove metodologije kontrolnih ispitivanja obezbeđuje se kontinuitet i sistematičnost praćenja kvaliteta, pouzdanosti ubojnih sredstava i promena balističkih karakteristika uskladištenih ubojnih sredstava, kao i poznavanje aktuelnog stanja kvaliteta ubojnih sredstava.

Uvod

Kontrolno ispitivanje ubojnih sredstava (UbS) podrazumeva skup raznih ispitivanja i kontrolnih gađanja iz odgovarajućeg naoružanja i raketama, radi kontrole kvaliteta UbS u toku skladištenja, i provere njihovog tehničkog stanja.

Kontrolna ispitivanja izvode se periodično, ili prema potrebi radi ispitivanja funkcije i merenja balističkih parametara UbS i drugih parametara u odnosu na »početni kvalitet« definisan Propisima o kvalitetu proizvoda (PKP).

Metodologija održavanja municije ne propisuje kada i kako se vrši provera balističkih parametara, njihove minimalne vrednosti i posle kog vremena one moraju da odgovaraju. Izvođenjem kontrolnih ispitivanja i dobijanjem karakteristika balističkih i drugih parametara uskladištenih UbS, mogu se stvoriti uslovi za propisivanje metodologije praćenja promena balističkih parametara i parametara stanja i njihovog uticaja na prognoziranje tendencije promena kvaliteta UbS.

Kontrolna ispitivanja, kao metoda za prognoziranje pouzdanosti, zahtevaju veliki broj ispitivanja za statističku obradu. Uz to je potrebno sa analizom podataka sa kontrolnih ispitivanja kombinovati i podatke laboratorijskih ispitivanja i tehničkih pregleda iz kojih se može donositi zaključak o promeni balističkih i drugih parametara stanja koja su u funkciji vremena. Tada se može proceniti vreme kada će razmatrani parametri opasti toliko da UbS ne može zadovoljiti veličine propisane po PKP.

Cilj ispitivanja

Kontrolna ispitivanja uskladištenih UbS izvode se radi ispitivanja funkcije i merenja balističkih parametara u odnosu na »početni kvalitet«, radi upoređenja dobijenih rezultata sa tabličnim vrednostima, odnosno sa vrednostima propisanim u PKP za pojedine vrste UbS.

Merenjem balističkih parametara dobijaju se statistički podaci za sledeće veličine:

- početnu brzinu,
- pritisak,
- odstupanja po pravcu,
- odstupanja po visini,
- probojnost,
- efekte na cilju, i druge.

Opadanje vrednosti navedenih parametara dovodi u pitanje ostvarivanje predviđenih efekata na cilju. Svako odstupanje vrednosti od propisanih izaziva mogućnost pojave degradacionih otkaza koji umanjuju efekte na cilju, a koji su pokazatelji da je na UbS došlo do promene kvaliteta u toku skladištenja.

Osnovni cilj prikupljanja podataka o izmerenim veličinama jeste proučavanje dobijenih statističkih podataka i ispitivanje zakonitosti u ponašanju pojedinih balističkih parametara tokom vremena. Ova zakonitost je i krajnji cilj analize.

Na osnovu dobijene zakonitosti može se doći do određenih zaključaka o tehničkom stanju UbS ili njegovom kvalitetu. Obradom i analizom rezultata stvaraju se uslovi za formiranje ocene o stanju UbS i za davanje predloga o daljem postupku sa uskladištenim UbS čiji su uzorci ispitivani.

Metod ispitivanja

Radi dobijanja potrebnih podataka za proučavanje vrši se kontrolno ispitivanje UbS na uzorcima izabranih serija, gde se na osnovu Programa za kontrolna ispitivanja vrši: ispitivanje i merenje balističkih parametara, delaboracija i tehnički pregled elemenata i sklopova, i laboratorijska analiza baruta iz uzoraka.

Eksperiment se, u ovom slučaju, izvodi tako što se iz cele serije UbS bira slučajni uzorak od n-komada koji se ispituju i sa kojima se gađa. Rezultati dobijeni ispitivanjem uzorka, kao i ponašanje UbS pri kontrolnom gađa-

nju evidentira se radi kasnije obrade i analize.

Mogu se postaviti pitanja o opravdanosti da se statistička celokupnost zamenjuje uzorkom i koliko su verodostojni zaključci o statističkoj celokupnosti na osnovu uzorka?

Ocena kvaliteta serije na osnovu podataka dobijenih iz uzoraka predstavlja oblik induktivnog uopštavanja a osobine ispitivanog uzorka pripisuju se celini iz koje je uzet [1]. Sud o celoj seriji na osnovu ispitanih uzoraka jednog njenog dela može biti pogrešan ili tačan. Znači da je ocena o celoj seriji slučajna promenljiva kojoj odgovara neka verovatnoća. Verovatnoća tačnosti ocene o celini utoliko je veća ukoliko uzorak bolje reprezentuje celokupnost.

Statističko proučavanje obuhvata sledeće tri etape:

- prikupljanje statističkih podataka po Programima za kontrolna ispitivanja,
- grupisanje i sređivanje podataka iz Protokola kontrolnog ispitivanja,
- obradu podataka i analizu rezultata.

Prva etapa izvodi se na poligonima određenim za kontrolno gađanje, gde se sa izabranim uzorcima iz serije vrši gađanje i uz pomoć mernih uređaja beleže rezultati odgovarajućih balističkih parametara.

U drugoj etapi za svaku seriju se izrađuje Protokol kontrolnog ispitivanja. Protokol sadrži: podatke o oruđu, podatke o municiji, podatke o mernim uređajima, vrednosti koje se mere (date u PKP) i tabelarno složene rezultate za balističke parametre koji se mere. Za potpuniju analizu date su srednje vrednosti izmerenih veličina, maksimalna i minimalna vrednost koje se koriste u analizama.

Treća etapa obuhvata matematičku obradu kvantitativnih istraživanja

prve dve etape sa ciljem da se dobi-ju statističke ocene karakteristika cele serije municije.

Izbor uzoraka po vrsti i obimu

Za realizaciju ispitivanja potrebno je prethodno izvršiti izbor uzoraka iz skladišta ubojnih sredstava (SkUbS). Na osnovu evidencije o serijama UbS u SkUbS, vrši se obilazak SkUbS na čitavoj teritoriji i iz istih odabira predviđen broj uzoraka u originalnim pakovanjima.

Da bi uzorak bio reprezentativan, pakovanje mora biti neoštećeno, originalno i čuvano u tipskim objektima u normalnim mikroklimatskim uslovima. Pakovanje koje ne ispunjava ove uslove ne odabira se za kontrolna ispitivanja.

Pored toga, za reprezentativan uzorak moraju biti ispunjeni i sledeći uslovi:

— svako pakovanje serije mora da ima jednaku šansu da se nađe u uzorku,

— uzorak mora da bude dovoljno brojan.

Prvi uslov obezbeđuje se slučajnim izborom odnosno u okviru odabrane serije na slučajan način vrši se izbor pakovanja.

Drugi uslov zadovoljen je odredbama PKP, gde je definisan broj uzoraka za određena ispitivanja. Ukupan zbir uzoraka za sva ispitivanja čini broj uzoraka za kontrolna ispitivanja UbS koja je potrebno odabrati.

Između uzoraka i cele serije postoji tesna povezanost. Ona proističe otuda što je uzorak deo serije, pri čemu on poseduje važnu osobinu da je raspodela posmatranog obeležja elemenata reprezentativnog uzorka približna raspodeli tog obeležja na svim elementima serije.

Raspodela verovatnoća bilo koje slučajne promenljive njena je najpotpunija karakteristika. Obično se raspodela verovatnoća obeležja serije naziva teorijskom raspodelom, a raspodela frekvencija u uzorku empirijskom raspodelom. Teorijska funkcija raspodele označava se sa $F(x)$, a empirijska sa $F_n(x)$, gde indeks n označava obim populacije uzorka, to jest broj elemenata uzorka [1].

Neophodno je naći matematičku vezu između celokupnosti i populacije uzorka, odnosno vezu između $F(x)$ i $F_n(x)$.

U praksi je interesantna samo srednja vrednost i standardno odstupanje obeležja X u celokupnosti, a ne i funkcija raspodele verovatnoća. Znači da se parametri izračunati iz uzorka, mogu iskoristiti kao ocene parametara osnovne celokupnosti (cele serije).

Izvođenje kontrolnih ispitivanja

Posle završenog kontrolnog ispitivanja i registrovanja rezultata potrebno je pristupiti izradi Protokola gađanja, koji sadrži sve potrebne podatke ispitivanja.

Na razvoju metoda za ocenu stanja UbS, proverom parametara stanja, intenzivno se radi. Provere parametara stanja daju mogućnost da se prati stanje sistema UbS ili njegovih elemenata radi ocene funkcionalne ispravnosti sistema UbS ili prognoziranja vremenskog trenutka kada parametri relevantni za ocenu dostignu graničnu vrednost.

Praćenjem promena vrednosti parametara može se doći do dva ključna stanja, i to:

— upozorenja da su parametri na granici dozvoljenih (predotkazni nivo),

— stanja »otkaza«, kada vrednost parametara odstupa od dozvoljenih vrednosti.

U podacima dobijenim neposredno sa kontrolnog ispitivanja teško je odmah uočiti bilo kakvu pravilnost. Da bi se pripremili podaci za dalje proučavanje i istraživanje neophodno je, ne menjajući im suštinu, uvesti među njih odgovarajući poredak i dati im formu pogodnu za urzo ispitivanje. U okvir priprema spada izrada Protokola gađanja i formiranje tabela koje olakšavaju statističku analizu.

Kada se pristupi analizi tako složenih podataka, odmah se može uočiti da li se dobijeni rezultati nalaze u okviru propisanih veličina po PKP ili od njih odstupaju.

Po prvoj varijanti, ako se podaci nalaze u granicama propisanim po PKP, može se sa velikom sigurnošću konstatovati da UbS nije ili je neznatno promenilo svoja obeležja i da je zadržalo »početni kvalitet«. U ovom slučaju nije potrebno vršiti dublju analizu podataka već jednostavno doneti odluku o daljem postupku sa ispitivanim UbS.

Po drugoj varijanti, kada se podaci razlikuju od propisanih po PKP, potrebno je pristupiti njihovoj detaljnoj analizi.

Empirijska raspodela nekog obeležja opisuje se karakteristikama koje su često statističke i, u opštem slučaju, predstavljaju jednoznačne funkcije. Najvažnije karakteristike statističke celokupnosti su aritmetička sredina $\bar{x}$ i standardno odstupanje s , kao i mere asimetrije k i ekscentra k_e raspodele te celokupnosti [1].

Izračunavanjem statistika stvoreni su uslovi za dalje proučavanje podataka i donošenje ocene o kvalitetu UbS. Na osnovu dobijenih podataka i ocene o kvalitetu UbS donosi se odluka o daljem postupku sa ispitivanim UbS.

Analiza i obrada dobijenih rezultata

Veličine od kojih se polazi pri proceni pouzdanosti kod kontrolnih ispitivanja su statističke, što znači da nisu određene jednom jedinstvenom vrednošću već mogu imati čitav spektar vrednosti. Zbog toga se u prognozi pouzdanosti UbS mora koristiti statistika i teorija verovatnoće. Problem je moguće rešiti sa relativno zadovoljavajućom tačnošću, određivanjem raspodele i analizom parametara dobijene raspodele.

Kada se u praktičnim situacijama dobije slučajan uzorak promenljive X , potrebno je utvrditi »najbolji« model za tu promenljivu [2]. Kada se razmatranjem na osnovu zakona verovatnoće ili na neki drugi način, dobije indikacija u vezi sa raspodelom kojoj pripada osnovni skup, takva teorijska raspodela može se pridodati raspodeli frekvencija dobijenoj iz uzorka iz osnovnog skupa. To je jedan od najčešćih problema koji se javljaju u praksi.

Potrebno je pronaći metodu kojom bi se donela odluka o prihvatanju ili odbacivanju hipoteze da određeni uzorak dolazi iz specificirane raspodele.

U obradi rezultata kontrolnih ispitivanja od analitičkih metoda najčešće je korišćena χ^2 -metoda i metoda Kolmogorov-Smirnov, mada postoje i druge metode koje se mogu primeniti. Zajedničko im je da svaka metoda ima neka ograničenja u pogledu primene ako su zadovoljeni određeni uslovi.

Analiza podataka dobijenih kontrolnim ispitivanjem može se predstaviti kao problem slučajne promenljive veličine koja ima raspodelu sa specificiranim parametrima. Potrebno je ispitati kojoj raspodeli pripadaju dobijeni podaci, odnosno odabrati »najbolji« model za analizu [2].

Statistika- χ^2 može se iskoristiti u procesu odabiranja najboljeg modela. Radi toga će se usvojiti stav koji je analogan onome pri korišćenju ocene parametara preko maksimalne vrednosti. To znači da treba odabrati model sa najvećom verovatnoćom posmatranih vrednosti odgovarajuće statistike. Treba primetiti da se »najbolji« model ne odabira na osnovu najmanje vrednosti statistike. Funkcija gustine verovatnoće χ^2 -raspodele je:

$$f(x) = \frac{1}{2^{r/2} \Gamma(r/2)} \cdot x^{r/2-1} \cdot e^{-x/2} \quad (1)$$

gde slučajno promenljiva veličina X ima χ^2 -raspodelu sa r stepeni slobode. Najverovatnija vrednost je *mod*, a za ovu raspodelu to je:

$$\text{mod} = r - 2 \quad (2)$$

Pri korišćenju χ^2 -statistike za određivanje najboljeg od, na primer, dva modela, najpre se odrede parametri oba modela (najbolje procenom maksimalne vrednosti) [2]. U opštem slučaju, modeli mogu imati različiti broj parametara koji se procenjuju iz datih podataka. Zatim se na oba modela primeni metoda- χ^2 , čime se dobiju statistike D_1^2 za model 1 i D_2^2 za model 2. Posle toga se primenom jednačine (2) određuje *mod* za svaki od ovih statistika. Odabira se model čija je vrednost D^2 najbliža izračunatoj vrednosti *moda*. To je »najverovatnija« vrednost, a odgovarajuća raspodela je »najbolji« model za date podatke.

Određivanje raspodele za dati skup podataka

Za određivanje raspodele za određeni skup podataka koristiće se metoda- χ^2 i Kolmogorov-Smirnova. Najčešće je dovoljno ispitivati podatke za:

- normalnu raspodelu,
- lognormalnu raspodelu,
- eksponencijalnu raspodelu,
- Vejbulovu raspodelu.

Za obradu navedenih raspodela koriste se računarski programi. Ovi programi najčešće mogu dati statističke vrednosti i histograme za date podatke.

Kada se, uz pomoć računara ili nekim drugim računskim putem dobiju vrednosti statistike za D , postupak za određivanje »najbolje« raspodele je sledeći [2]:

a) za metodu- χ^2 izračunava se broj stepeni slobode prema izrazu:

$$\nu = k - r - 1 \quad (3)$$

gde je:

k — optimalni broj vremenskih intervala,

r — broj otkaza sistema.

Nakon toga se iz tabele sa vrednostima verovatnoće za χ^2 -raspodelu određuje kritična vrednost za određeni nivo značajnosti α i dobijenu vrednost ν [2]. Kritična vrednost iz tabele upoređuje se sa izračunatom, pri čemu se primenjuju izneta razmatranja. Odabira se model čija je vrednost D^2 najbliža izračunatoj vrednosti, tj. treba usvojiti kao »najbolju« onu raspodelu za koju je statistika metode- χ^2 bliža takozvanoj najverovatnijoj vrednosti.

b) Za metodu Kolmogorov-Smirnov.

Iz tabele za metodu Kolmogorov-Smirnov za zadati broj elemenata n i nivo značajnosti α dobijaju se određene vrednosti [2]. Upoređivanjem $D_{\max}$ koji je izračunat sa dobijenim vrednostima iz tabele vrši se selekcija raspodela za date podatke. Odbacuju se raspodele za koje je $D_{\max}$ veće od tablične vrednosti, a kod kojih je $D_{\max}$ manje od tablične vrednosti prihvata se raspodela sa manjom vrednošću $D_{\max}$.

Određivanje pouzdanosti

Kod ubojnih sredstava, pošto su to sredstva za jednokratnu upotrebu, propisuje se zahtev za pouzdanost kao verovatnoću uspešnog rada. Ovaj zahtev se, u zavisnosti od posmatrane grupe, u opštem obliku može izraziti kao odnos:

$$R(t) = \frac{\text{Broj projektila koji je postigao željeni (predviđeni) efekat na cilju}}{\text{Broj projektila koji je aktiviran (lansiran)}}$$

Pouzdanost posmatranih grupa UbS, izražena verovatnoćom uspešnog rada, ne sme biti lošija od vrednosti koje su date za pojedine grupe UbS [4]. Ako je ispunjen taj uslov može se sa sigurnošću konstatovati da je UbS ispravno i funkcionalno, odnosno da nije promenilo kvalitet u toku uskladištenja.

Kada se izvrši testiranje i ustanovi kojoj raspodeli odgovaraju dobijeni podaci, potrebno je dati ocenu o pouzdanosti sistema UbS, odnosno potrebno je ustanoviti verovatnoću bezotkaznog rada UbS, kao verovatnoću da će uspešno obaviti funkciju za koju je namenjeno u određenom vremenu t :

$$R(t) = 1 - F(t) = P(T > t) \quad (4)$$

gde je:

$R(t)$ — funkcija pouzdanosti sistema,

$F(t)$ — funkcija nepouzdanosti sistema.

Intervalna ocena pouzdanosti

Neka posmatrano obeležje X elemenata osnovne populacije ima raspodelu određenu zakonom raspodele verovatnoće $P(X=x_i)=p_i(Q)$, gde je Q nepoznati parametar. Za unapred izabranu verovatnoću $1-\alpha$, blisku jedinici (na primer, $1-\alpha=0,95$; $0,99$, i sli-

čno), određuju se dve veličine U_1 i U_2 , tako da se nepoznata vrednost parametra Q nalazi u intervalu $(U_1$ i $U_2)$, dok se sa verovatnoćom α nalazi izvan intervala.

Interval (U_1, U_2) jeste interval pouzdanosti za parametar Q ako se tačna vrednost parametra Q nalazi u tom intervalu sa unapred datom verovatnoćom $1-\alpha$. Verovatnoća $1-\alpha$ naziva se koeficijentom pouzdanosti intervala pouzdanosti. Često se interval pouzdanosti naziva interval poverenja, a koeficijent pouzdanosti nivo poverenja.

Prema literaturi [1] može se napisati:

$$P(u_1 \leq Q \leq u_2) = 1 - \alpha \quad (5)$$

Ako se za vrednost Q uzme bilo koja vrednost iz intervala pouzdanosti, onda relativna frekvencija slučajeva, kada interval pouzdanosti ne sadrži parametar Q , ne premašuje α . Na primer, ako se izabere da je $1-\alpha=0,95$ može se očekivati da oko 95% uzoraka daje interval pouzdanosti koji će sadržati nepoznati parametar Q .

Vrednost koeficijenta pouzdanosti $1-\alpha$ određuje se u zavisnosti od toga koliki se rizik greške može dopustiti u svakom konkretnom slučaju.

Interval pouzdanosti za srednju vrednost osnovne normalne populacije

Pretpostavlja se da populacija iz koje je izabran reprezentativni uzorak $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ pripada normalnoj raspodeli. Potrebno je odrediti interval pouzdanosti za srednju vrednost parametra μ .

Aritmetička sredina X ima normalnu raspodelu [1]:

$$N(\mu, \sigma_x = \sigma/\sqrt{n}) \quad (6)$$

odakle sledi izraz za raspodelu:

$$P(\bar{x} - k \cdot \sigma_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + k \cdot \sigma_{\bar{x}}) = 2\Phi(k) = 1 - \alpha \quad (7)$$

gde je $\Phi(k)$ -vrednost Laplasove funkcije za $t=k$.

Ova formula daje intervalnu ocenu nepoznate srednje vrednosti parametra μ osnovne populacije. Sa verovatnoćom $1-\alpha=2\Phi(k)$ može se očekivati da će se srednja vrednost μ osnovne populacije sadržati u intervalu pouzdanosti:

$$(\bar{x}-k \cdot s/\sqrt{n}, \bar{x}+k \cdot s/\sqrt{n}) \quad (8)$$

gde je:

$\bar{x}$ — srednja vrednost parametara dobijena iz uzorka,

s — standardno odstupanje parametara uzorka,

n — broj uzoraka,

k — vrednost iz tabele u prilogu literature [2].

Ova aproksimacija ima smisla samo za veliki broj uzoraka, $n \geq 30$, a za uzorke čiji je broj $n < 30$ interval pouzdanosti je:

$$(\bar{x}-t_{\alpha} \cdot s/\sqrt{n}, \bar{x}+t_{\alpha} \cdot s/\sqrt{n}) \quad (9)$$

gde je:

— t_{α} vrednost iz tabele u prilogu literature [2].

Na sličan način može se odrediti interval pouzdanosti i za druge raspodele koje neće biti objašnjene, s obzirom na to da se normalna raspodela najčešće pojavljuje pri eksperimentalnim analizama.

Kriterijum za ocenjivanje ispitivanih ubojnih sredstava

U dokumentu PKP za svaku vrstu UbS definisane su neophodne provere početnog kvaliteta pojedinih elemenata i sklopova, propisani postupci kontrole i zahtevani nivo kvaliteta novoprodučenih ili remontovanih UbS. Ako se rezultati poklapaju sa dozvoljenim odstupanjem UbS nije značajnije prome-

nilo »početni kvalitet« pa se može doneti odluka o daljem skladištenju.

Na osnovu dosadašnjih rezultata eksperimentalnih ispitivanja došlo se do sledećih okvirnih merila i kriterijuma za dozvoljeni pad kvaliteta pojedinih karakteristika UbS [3]:

a) Provera početne brzine projektila

Dozvoljeni nivo odstupanja početne brzine projektila od tablične vrednosti određuje se posebno za svaku vrstu UbS, u zavisnosti od taktičko-tehničkih i konstruktivnih karakteristika UbS.

Orijentaciono može se prihvatiti da UbS u toku svog veka skladištenja poseduje zadovoljavajući kvalitet ako su ispunjeni sledeći zahtevi:

— UbS za posredno gađanje
 $\Delta V = -0,025 \cdot a$,

— UbS za neposredno gađanje
 $\Delta V = -0,05 \cdot a$,

— UbS za PAA $\Delta V = -0,015 \cdot a$.

Vrednosti za a su različite i zavise od grupe sredstava, a date su u literaturi [3].

b) Provera maksimalnog pritiska

Maksimalni pritisak kontroliše se u okviru ostalih ispitivanja i kontrolnih ispitivanja, a za vreme veka trajanja UbS ne bi smeo da pređe više od $0,05 \cdot a$, od maksimalne dozvoljene vrednosti.

c) Provera preciznosti

Kriterijumi za ocenu preciznosti određeni su posebno za svaku vrstu UbS u zavisnosti od taktičko-tehničkih i konstruktivnih karakteristika UbS.

Orijentaciono može se prihvatiti da UbS u toku svog veka skladištenja poseduje zadovoljavajući kvalitet ako su ispunjeni sledeći zahtevi:

— UbS za posredno gađanje: dvostruko veća vrednost verovatnog skretanja po daljini i po pravcu od zahteva za novoproduzvedena UbS,

— UbS za neposredno gađanje: povećana slika pogodaka za 0,05 · a u odnosu na zahteve za novoproduzvedena UbS.

d) Kontrola hemijske stabilnosti baruta

Postupak kontrole hemijske stabilnosti baruta definiše se posebnim standardom, a vrši se na uzorcima baruta dobijenim delaboracijom uskladištenih UbS koja se ispituju i sa kojima se gađa.

e) Kontrola ostalih karakteristika

Rezultati svih provera po drugim elementima (vizuelna kontrola, funkcija, itd.), a koje su propisane PKP-om statistički se obrađuju. Kumulativne vrednosti dozvoljenih nedostataka po PKP-u za novoproduzvedena UbS procentualno se uvećavaju.

Kontrola pojedinih elemenata i podsklopova UbS propisana je posebnim standardima koji bi, takođe, morali biti dopunjeni propisima o kontroli kvaliteta u toku veka skladištenja UbS.

Detaljnijom obradom dobijenih podataka, i na osnovu nacрта Uputstva za kategorisanje municije i MES, moguće je doći do odgovarajućeg Kriterijuma za utvrđivanje kvaliteta UbS na osnovu dobijenih rezultata sa kontrolnih ispitivanja uskladištenih UbS.

Postupak donošenja odluke o UbS posle ispitivanja

Posle završenih kontrolnih ispitivanja UbS na osnovu dobijenih rezultata i njihove analize predlaže se odluka o daljem postupku sa serijom UbS koja je ispitana.

Može se smatrati da rezultati ispitivanja zadovoljavaju ako se pored ispitivanog funkcionisanja oružja — oruđa — lansera, dobiju dobri rezultati na tehničkim pregledima, a ispitani parametri za ocenu kvaliteta UbS su u dozvoljenim granicama po PKP ili SNO za konkretnu vrstu UbS.

U svim drugim slučajevima pri predlaganju odluke treba imati u vidu rezultate ostalih kontrola kvaliteta i odstupanje parametara za ocenu kvaliteta UbS od tabličnih vrednosti prema utvrđenom kriterijumu.

Odluka, u načelu, može biti [5]:

- čuvati i dalje,
- ubrzano trošiti,
- potrebno je tehničko održavanje (TO),
- potrebno je generalno održavanje (GO),
- rashodovati.

Odluka se donosi posle završene analize rezultata kontrolnih ispitivanja i posle upoređivanja rezultata sa predloženim kriterijumom.

Kada su dobijeni rezultati balističkih karakteristika u granicama tabličnih vrednosti, tj. kada na UbS nema znatnijih promena, može se doneti odluka o produžetku garancije uskladištenja za naredni ciklus (i dalje čuvati).

Kada dobijeni rezultati balističkih karakteristika odstupaju od tabličnih vrednosti prema predloženom kriterijumu, a rezultati ostalih kontrola kvaliteta ukazuju da je došlo do pada kvaliteta, može biti predloženo ubrzano trošenje UbS.

Ova odluka može biti predložena u sledećim slučajevima:

- kada se očekuje brzi pad kvaliteta ispod granice sigurnosti i pouzdanosti upotrebljivosti UbS,
- kada generalno održavanje sa tehničko-ekonomskog aspekta nije op-

ravdano, jer se zanaavljanje vrši nabavkom ili proizvodnjom novih UbS.

Kada na UbS nastupe znatne promene, a dobijeni rezultati parametara za ocenu kvaliteta UbS odstupaju od tabličnih vrednosti prema kriterijumu, a preventivnim zahvatima se mogu otклонити »mane« i time im produžiti skladišni vek, može biti predložena odluka o tehničkom održavanju.

Odluka o generalnom održavanju UbS biće predložena u slučaju kada se očekuje pad parametara za ocenu kvaliteta u narednom ciklusu uskladištenja, kod sistema koji su efikasni i perspektivni a za koje se predviđa da će biti takvi najmanje još za jedan ciklus uskladištenja.

Odluka o rashodovanju UbS biće predložena u slučaju kada njihov kvalitet dospe u fazu u kojoj je dalje uskladištenje nerentabilno, ili čak opasno, a generalno održavanje se ne predviđa zbog zastarelosti sistema naoružanja ili drugih razloga.

Kriterijum za utvrđivanje kvaliteta UbS na osnovu rezultata kontrolnih ispitivanja

U zavisnosti od početne brzine projektila V_0 , vrste naoružanja i vrednosti dobijenih rezultata, odluka o daljem postupku sa laboračnom serijom UbS koja je ispitana može se predložiti prema sledećoj tabeli:

Kategorija	$\frac{V_{ot} - V_0 \text{ max}}{V_{ot}}$	$\frac{V_p \text{ max}}{V_{pt}}$	$\frac{V_d \text{ max}}{V_{dt}}$	Odluka
I	$\pm 0,01 \cdot a$	$1 \cdot b$	$1 \cdot b$	čuvati i dalje
II	$\pm 0,025 \cdot a$	$1,5 \cdot b$	$1,5 \cdot b$	ubrzano trošiti
III	$> 0,025 \cdot a$	$> 1,5 \cdot b$	$> 1,5 \cdot b$	tehničko održavanje, generalno održavanje, rashod

gde je:

V_0 — početna brzina projektila ispitivane municije,

V_{ot} — tablična početna brzina,

V_p — skretanje po pravcu,

V_{pt} — tablično skretanje po pravcu,

V_d — skretanje po daljini,

V_{dt} — tablično skretanje po daljini.

Vrednosti za veličine a i b date su u literaturi [4], gde je razrađen konkretan kriterijum za sve vrste UbS.

Maksimalni pritisak u oruđu—oružju, sveden na normalne uslove, ne sme biti veći od tabličnog za:

— $0,05 \cdot a$ za oruđe—oružje sa maksimalnim pritiskom > 1000 bara,

— 50 bara za oruđe—oružje sa maksimalnim pritiskom < 1000 bara.

Zaključak

Rezultati izvršenih ispitivanja pojedinih vrsta UbS različite starosti i ocene o njihovom kvalitetu, ukazali su da nije moguće u potpunosti realizovati metodu za davanje ocene kako je ovde predloženo. Osnovni problem predstavlja nedostatak statističke evidencije, »početnog kvaliteta« UbS, pa nije moguće upoređivati statističke parametre ispitivanog UbS sa novoprodučenim

ili remontovanim. Osnovni dokumenat na osnovu koga se vrši upoređivanje rezultata, jeste municijski karton i PKP novoproducenog ili remontovanog UbS.

Osnova za davanje ocene o kvalitetu UbS i za davanje predloga odluke o daljem postupku sa ispitivanim UbS treba da bude predloženi kriterijum za utvrđivanje kvaliteta UbS na osnovu rezultata kontrolnih ispitivanja, koji vremenom treba dopunjavati statističkim analizama.

Za kompletno istraživanje neophodno je postaviti informacioni sistem koji bi omogućio formiranje statističke evidencije opšteg kvaliteta UbS

po serijama od izlaska iz proizvodnje i u toku životnog veka.

Uspostavljanjem i primenom predloženog postupka za davanje ocene o kvalitetu uskladištenih UbS, ostvaruju se uslovi za statističku analizu promene kvaliteta UbS i pouzdanije definisanje rokova i kriterijuma za ocenu njihovog kvaliteta.

Predloženi postupak i uslovi za davanje ocene o kvalitetu UbS na osnovu rezultata kontrolnih ispitivanja zasnovani su na postojećoj eksperimentalnoj opremi, raspoloživim poligonima, propisima i aktima standardizacije, čime su stvoreni preduslovi za brzo i sistematsko praćenje rezultata kontrolnih ispitivanja uskladištenih UbS.

Literatura:

- [1] Vukadinović, V. S.: Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike, Beograd, 1990.
- [2] Vujanović, N.: Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Beograd, 1990.
- [3] Elaborat VTI-02-27-189 »Balistička stabilnost baruta laborisanih u klasičnoj municiji«, Beograd, 1985.

- [4] CPSM, Protokoli KTG za municiju ispitivanu po Planu za 1992, Beograd, 1992.
- [5] Ante Duilo: Osnove metodologije održavanja municije, VTG 3/79.