

## Analýza strelných zbraní

Jozef Petřík, Ľubomír Mihok

Prvé strelné (palné) zbrane sa v Európe objavili na začiatku 14. storočia, „malé pušky“ umožňujúce streľbu jednou rukou, tj. predchodcovia pištolí v polovici 16. storočia. Ich rozvoj umožnil vynález zámku s kresacím kameňom (kolečkového a kresadlového) a zvlášť vynález perkusného zámku v 19. storočí (patent z roku 1807). Perkusné strelné zbrane sa napriek nesporným výhodám vplyvom konzervatizmu predovšetkým armádných kruhov rozširovali pomaly. V strednej Európe objavujú po roku 1820, ale napr. ešte v roku 1826 francúzska armáda používa ako základnú zbraň pušku s kresadlovým zámkom [1, s. 11; 2, s. 17].

Analyzované strelné zbrane – predovky pochádzajú zo zbierok Východoslovenského múzea v Košiciach, v jednom prípade (P153) ide o súkromnú zbierku.

Vzorky na analýzu boli odrezané diamantovým kotúčom. Metalografické výbrusy sa pripravovali brúsením na sade brúsných papierov zrnitosti 220-800, zmáčaných vodou s následným doleštením diamantovou pastou zvlhčovanou petrolejom. Prítomnosť sulfidických inklúzií sa stanovovala Baumannovým odtlačkom pred leštením. Na vyleštenej, neleptanej vzorke sa zisťovala prítomnosť inklúzií a nečistostí. V ďalšej etape sa vzorka leptala Oberhoffovým leptadlom za účelom zistenia nehomogenity v distribúcii fosforu. Po prebrúsení a preleštení sa vzorka na zviditeľnenie mikroštruktúry leptala nitalom. Nasledovala mikroštruktúrna analýza na optickom mikroskope NEOPHOT 32. Obsah uhlíka sa stanovil metalograficky, veľkosť zrna sa určovala podľa STN 42 0463. Mikrotvrdosť sa merala Hanemannovým mikrotvrdomerom podľa STN 42 0375. Na záver sa u niektorých zbraní zisťovala prítomnosť vedľajších a stopových prvkov semikvantitatívnou spektrálnou analýzou na spektrografe s rovinnou mriežkou PGS – 2.

P9 (č.6230) **Neúplná hlaveň pušky** zo 17. až 18. storočia je dlhá 190 mm, vonkajší priemer 23.5-24 mm, vnútorný priemer 18.5-19.2 mm (kaliber 12 zodpovedá 18.5 mm [3, s. 292]), hrúbka steny je asi 2.2 mm. Vzorka na analýzu bola odobratá rezom kolmým na os asi 5 mm od ústia hlavne.

Materiál neobsahuje sulfidické inklúzie, obsahuje množstvo zväčša globulárnych oxidov železa – okoviny a menej hnedých silikátov (kováčska troska), ojedinele sa nachádza aj pecná troska. Inklúzie trosky sú usmernené po toku materiálu do sústredených kružníc.

Štruktúra je feriticko-perlitická s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 9. stupňu s malým podielom lamelárneho perlitu, len ojedinele sa vyskytuje hrubšie zrno. Obsah uhlíka dosahuje 0.15%. Mikrotvrdosť kolíše v rozmedzí 144-181 HV0.05 v v oblastiach s vyšším obsahom feritu a v rozmedzí 228-276 HV0.05 v oblastiach s vyšším obsahom perlitu (obr. 1). Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1%: Fe, 0.01-1%: Mn Si Pb Ni Co, 0.0001-0.01%: Cu AgSn V.

Záver: Materiál neobsahuje sulfidické inklúzie, typické pre použitie minerálneho paliva. Naopak, prítomnosť pecnej trosky svedčí o priamej redukcii použitého železa. Nauhličenie hlavne nepresahuje bežné hodnoty a rezultuje vo feriticko-perlitickej štruktúre, ktorá poskytovala dostatočnú pevnosť hlavne pri použití čierneho strelného prachu. Absencia deformačných dvojčiat svedčí o vhodnosti použitého materiálu [4].

P6 (F4655/209) **Hlaveň pušky** z 18. storočia má dĺžku je 710 mm, vonkajší priemer 23.8-24.2 mm, hrúbku steny asi 3 mm, vnútorný priemer 18.6-19.2 mm (kaliber 12 zodpovedá 18.5 mm), prieťahový kanál má priemer 4.5 mm. Vzorka na analýzu bola odobratá klinovitým rezom vedeným kolmo na os do polovice priemeru hlavne asi 90 mm od jej ústia.

V materiáli nie sú sulfidické inklúzie, obsahuje inklúzie kováčskej trosky a okovín usmernené po toku materiálu. Štruktúra je tvorená feritom s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 7.-8. stupňu, v ktorom sa miestami vyskytujú deformačné dvojčatá (obr. 2) a v malej miere ostrovy feriticko-perlitickej štruktúry lamelárnym, čiastočne sferoidizovaným perlitom. Mikrotvrdosť je v priemere 162 HV0.05, mierne klesá od vnútorného k vonkajšiemu povrchu (181-159 HV0.05).

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1%: Fe, 0.01-1%: Si Pb Ni Cu, 0.0001-0.01%: Mn Co Sn

**Záver:** Ide o starší materiál z dôkladne prekovanej lupy, vznik deformačných dvojčiat vo feritických zrnách svedčí o tepelných šokoch, resp. namáhaní vysokou rýchlosťou deformácie a teda o intenzívnom používaní zbrane.

**P153 Hlaveň, súčasť torza pištole – predovky** s neúplným kresadlovým zámkom (chýbajú pružiny) a mosadzným kovaním rukoväte. Drevené časti pištole sú silne poškodené. Pištoľ má údajný balkánsky pôvod. Hlaveň je skorodovaná. Hmotnosť hlavne je 340 g, celková dĺžka 254 mm, vnútorný priemer hlavne 15.2 (resp. 15.6 mm, čo zodpovedá kalibru 20), hrúbka steny hlavne kolíše v rozmedzí 2.2-3.0 mm. Do vzdialenosti 182 mm od ústia je hlaveň valcovitá s priemerom okolo 21 mm, potom prechádza do osemhranu s maximálnym rozmerom 26 x 27 mm. V hornej časti hlavne je rytina s ornamentálnym motívom (*obr. 3*). Hlaveň v zadnej časti prechádza do výstupku, ktorým sa upevňovala k drevenej časti pištole s rozmerami 49 x 12 mm. Priešlahový kanál má (nepôvodný) priemer 4 mm. Vzorka na analýzu bola získaná rezom vedeným 2 mm od ústia kolmo na os hlavne.

Materiál hlavne má výrazný obsah sulfidických inklúzií. Obsahuje veľké množstvo korózných produktov, predovšetkým pod vonkajším povrchom, inklúzií kováčskej trosky, tvoriacich sústredenú kružnicu a v malej miere inklúzie pecnej (skujňovacej) trosky. Leptanie Oberhoffovým leptadlom zvýraznilo skutočnosť, že polotovar na výrobu hlavne bol zvarovaný z dvoch materiálov. Ich rozhranie je zväčša zvlnené, tj. hrúbka oboch vrstiev sa po obvode hlavne mení. Na vonkajšom povrchu je materiál s vyšším obsahom fosforu, v strede hlavne je materiál s nižším obsahom fosforu. Na vonkajšom obvode je hrubozrnný ferit (korešponduje s materiálom s vyšším obsahom fosforu) s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 4.-5. stupňu. Vo vnútornej časti hlavne je feritická štruktúra s malým podielom perlitu na hranici zrn, prípadne zglobularizovaného perlitu s obsahom uhlíka do 0.17% s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 6. stupňu (*obr. 4*). Mikrotvrdosť kolíše v rozmedzí 144-167 HV0.05, v priemere je 157. Medzi povrchovou a vnútornou vrstvou významné rozdiely mikrotvrdoosti nie sú.

**Záver:** Prítomnosť sulfidických inklúzií svedčí o použití minerálneho paliva pri redukcii použitého železa, v krajnom prípade mohla byť dôsledkom použitia nedostatočne praženej rudy s vysokým obsahom pyritu. Na druhej strane nehomogenita štruktúry spolu s vysokým obsahom trosky vylučujú, že ide o napodobeninu, pochádzajúcu z nedávnej minulosti. O vývoji metalurgie železa na Balkáne, predovšetkým o zavádzaní minerálneho paliva v jednotlivých regiónoch, prípadne o obsahu pyritu v používaných rudách je v súčasnosti málo dostupných informácií. Je pravdepodobné, že na výrobu hlavne bolo použité železo, dovezené zo západnej Európy, redukované vysokopecným procesom s použitím minerálneho paliva (v Británii od začiatku 18. storočia) a skujnené vo vyhni [5, s. 122]. Hlaveň bola vyrobená z polotovaru, ktorý vznikol zvarovaním nenauhlíceného a mierne nahlíceného železa.

**P145 Hlaveň perkusnej brokovnice – dvojky** z 19. storočia, používanej v Košiciach bez údajov o výrobcovi. Je skorodovaná, miestami je na nej viditeľná „damasková štruktúra“. Hmotnosť hlavne je 1470 g, celková dĺžka 670 mm, vnútorný priemer hlavne 17 mm (16.8 mm zodpovedá kalibru 16), hrúbka steny pravej hlavne kolíše v rozmedzí 0.75-1.35 mm, ľavej 0.5-0.75 mm. Pravá hlaveň je 560 mm od ústia perforovaná (rozмеры perforácie sú 2x1mm). Vzorka A bola odobratá rezom vedeným 5 mm od ústia kolmo na os cez obe hlavne, vzorka B klinovitým rezom v mieste porušenia pravej hlavne kolmo na jej os.

Materiál oboch vzoriek obsahuje sulfidické inklúzie, veľké množstvo okovín a kováčskej trosky, usporiadaných do sústredených kružnic a korózne produkty. Štruktúra hlavni v oboch vzorkách je nehomogénna, plynulo prechádza od feritickej po feriticko – perlitickú, obsah uhlíka sa mení od 0 do 0.3%, veľkosť zrna zodpovedá 7. stupňu. Podobná štruktúra je aj v hornej lište, dolná lišta je feritická z hrubším zrnom, zodpovedajúcim 4-5. stupňu. Priemerná mikrotvrdosť je 116 (112-125) HV0.05. Hlavne v mieste dotyku a obe lišty sú spojené spájkou na báze medi s priemernou mikrotvrdosťou 122 HV0.05. Na *obr. 5* je oblasť spojenia hlavni u vzorky A. Perforácia hlavne vznikla tlakom z vonkajšej strany (pravdepodobne úmyselné znehodnotenie hlavne).

**Záver:** Prítomnosť sulfidických inklúzií svedčí o použití minerálneho paliva pri redukcii. V 19. storočí sa na Slovensku vyrábali puškové hlavne v prevádzkach pri železiarňach v Liptovskom Hrádku, sporadicky v Jakube (pri Banskej Bystrici), Hronci a Remetských Hámroch, ktoré používali vlastné železo, vyrobené v drevenouhoľných vysokých peciach. Zo železa, vyredukovaného s použitím minerálneho paliva na Slovensku mohla byť brokovnica vyrobená až na konci 19. storočia, kedy bol

perkusný systém už zastaralý. Je teda pravdepodobné, že bola vyrobená z dovezeného materiálu, prípadne že šlo o dovoz hotového výrobku [6, s. 130].

P23 (č. 359) **Torzo kovových častí dvojhlavňovej perkusnej pištole** z polovice 19. storočia – dvojica hlavní, zámkový mechanizmus a časť kovania pažby, všetko silne skorodované. Celková dĺžka je 180 mm, vnútorný priemer hlavne 11 mm, vonkajší priemer hlavne 16 mm, hlavne sú 8-uholníkové, dlhé 50 mm. Vzorka na analýzu bola odobratá rezom vedeným 10 mm od ústia ľavej hlavne kolmo na os.

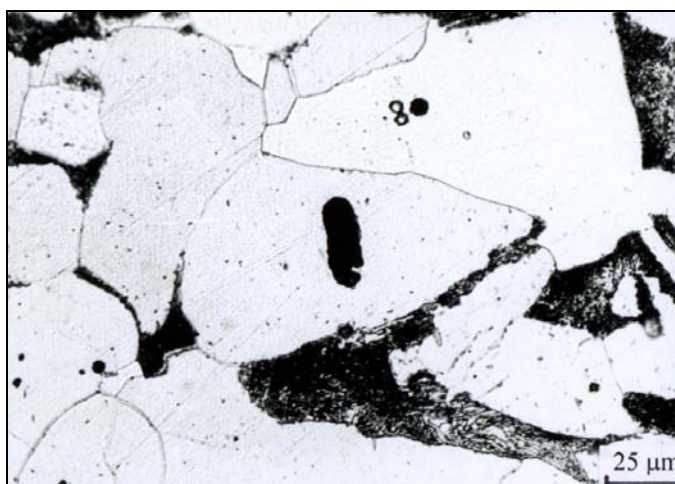
Materiál obsahuje sulfidické inklúzie, korózne produkty a jemné troskové inklúzie tvoriace sústredné kružnice. Štruktúra je feriticko-perlitická, homogénna (obr. 6), perlit je lamelárny, miestami sferoidizovaný. Obsah uhlíka je približne 0.3%, veľkosť zŕn zodpovedá 9. stupňu, mikrotvrdosť perlitu je 267 (221-295) HV0.05, feritu 181 HV0.05, po hrúbke hlavne sa mikrotvrdosť mení minimálne. Rozsiahle oblasti sú vyplnené koróznym produktom.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1%: Fe, 0.01-1%: Mn Pb Si Al V Ni, 0.0001-0.01%: Cu Ag Sn Mo Ge

**Záver:** Prítomnosť sulfidických inklúzií svedčí o použití minerálneho paliva pri redukcii a skujňovaní. Zo železa, redukovaného na Slovensku mohla byť uvedená pištoľ vyrobená až na konci 19. storočia, kedy bol perkusný systém už zastaralý. Je teda pravdepodobné, že bola vyrobená z dovezeného materiálu, prípadne že šlo o dovoz hotového výrobku. O importe môže svedčiť aj obsah Ge a prítomnosť Cu len ako stopového prvku (v železe, redukovanom z rúd vyťažených na území Slovenska je med' spravidla vedľajším, prípadne hlavným prvkom). Hlaveň má vyšší obsah uhlíka ako hlavne z 18. storočia, v štruktúre sa nevyskytli deformačné dvojčatá, vyskytujúce sa v hlavniach silne namáhaných strelných zbraní. Použitý materiál a konštrukcia hlavne vyhovovali svojmu účelu.

#### Literatúra:

- [1] ŽUK, A. B.: Revolvery a pistole. Praha 1988.
- [2] BERNATÍK, P.: Francouzská puška M1777 – nejrozšírenejší zbraň prvné poloviny 19. stoločí. Střelecká revue, 1989, č. 7, s. 16.
- [3] BAKOŠ, A. et al: Základy poľovníctva. Bratislava 1988.
- [4] STRÁNSKÝ, K. – USTOHAL, V.: Rozbor fragmentu středověké hákovnice. Hutnické listy 1988, č. 12, s. 907.
- [5] TYLECOTE, R. F.: A History of Metallurgy. London 1992.
- [6] ŠARUDYOVÁ, M.: Topografia železiarní na Slovensku v 19. storočí. Košice 1989.



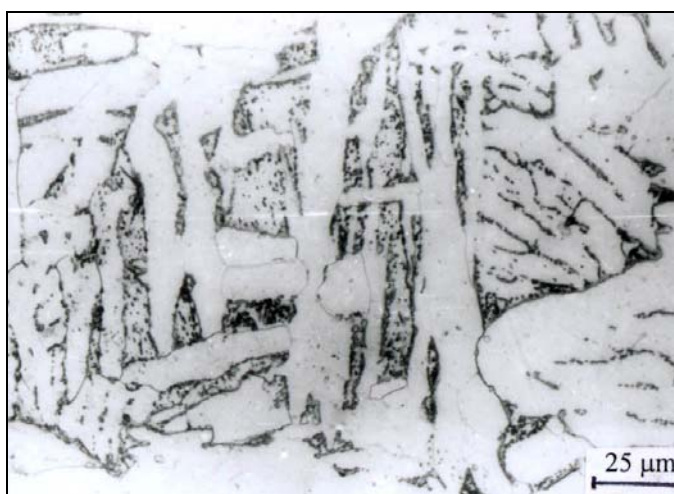
**Obr. 1** Neúplná hlavěň pušky ze 17. či 18. století – výbrus



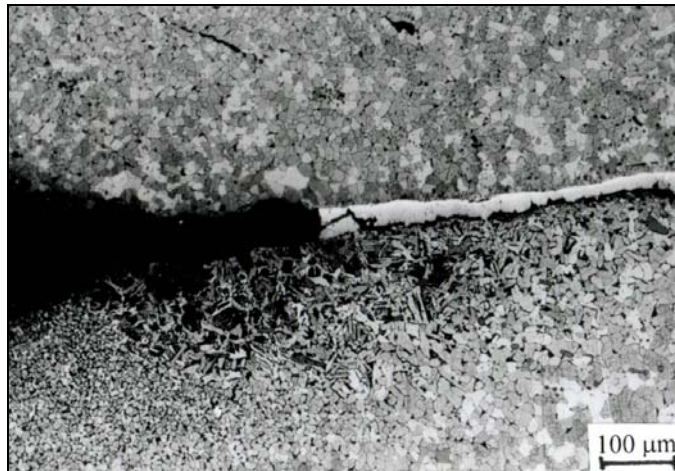
**Obr. 2** Hlaveň pušky z 18. století – výbrus



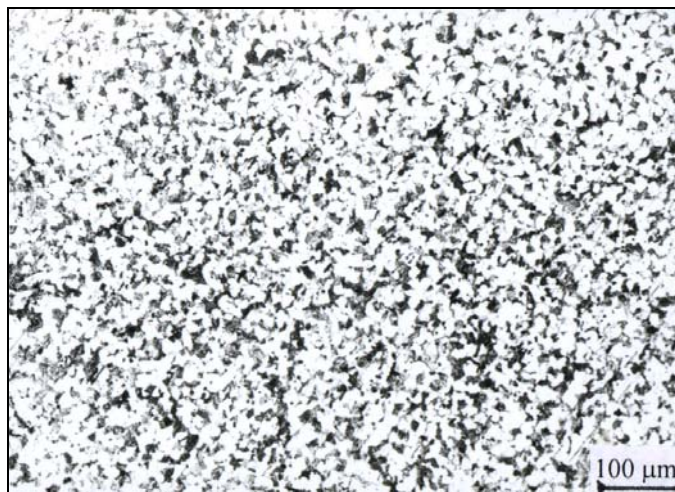
**Obr. 3** Ornamentální motiv na hlavní pistole



**Obr. 4** Hlaveň, součást torza pistole – výbrus



**Obr. 5** Hlaveň perkusní brokovnice – dvojky z 19. století – výbrus



**Obr. 6** Torzo kovových součástí dvouhlavňové perkusní pistole z poloviny 19. století – výbrus