

Archeometalurgická analýza kosákov

Jozef Petřík, L'ubomír Mihok

Stredoveké kosáky sa vyrábali najčastejšie navarením oceľového britu na nosnú chrbtovú časť z nízkouhlíkoveho železa. V menšej miere sa používali oceľové (z stredneuhlíkovej ocele) a akostné, ale náročné na výrobu trojvrstvové kosáky (najčastejšie vrstva uhlíkovej ocele medzi dvoma okrajovými vrstvami zo železa). Spravidla sa tepelne spracovali [1, s. 89].

Stredoveké kosáky, nájdené na Slovensku mali nauhličené, alebo navarené ostrie, bez tepelného spracovania, prípadne tepelne spracované na martenzit, alebo bainit, vyskytli sa aj feritické kosáky (ich ostrie mohlo byť „spotrebované“, tj. úplne odstránené opakovaným brúsením), ktorých praktické použitie je otáznе [2; 3, s. 221–224]. Kosák z Remetských Hámrov z 19. storočia mal trojvrstvomú štruktúru, na rozdiel od bežnej schémy boli s nízkouhlíkovým železom medzi dvoma vrstvami ocele [4, s. 13]. Kosák z Martina, vyrobený okolo roku 1920 mal štruktúru tvorenú popusteným jemnozrnným martenzitom s mikrotvrdosťou 408 HV0.05 [3, s. 224].

Analyzované kosáky (4 ks) pochádzajú zo zbierok Východoslovenského múzea v Košiciach, Archeologického múzea v Bratislave a Podtatranského múzea v Kežmarku.

Po rozrezaní s ohľadmi na zachovanie dokumentačnej hodnoty predmetu za odobraté vzorky zaliali do Dentacrylu. Výbrusy sa pripravovali brúsením na sade brúsnych 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 necelistvostí. V ďalšej etape sa vzorka leptala Oberhoffovým leptadlom za účelom zistenia nehomogenity v distribúcii fosforu. Po prebrúsení a preleštení sa vzorka leptala nitalom, resp. dvojzložkovým leptadlom (1.4% roztok kyseliny pikrovej v etylalkohole a 2.5% roztok kyseliny dusičnej v amylovom liehu) na zviditeľnenie mikroštruktúry. Veľkosť zrna sa vyhodnocovala podľa STN 40 0463. Nasledovala mikroštruktúralna analýza na optickom mikroskope NEOPHOT 32. Mikrotvrdosť sa merala Hanemannovým mikrotvrdomerom. Na záver sa zisťovala prítomnosť vedľajších a stopových prvkov semikvantitatívnou spektrálnou analýzou na spektrografe s rovinnou mriežkou PGS–2.

P 47.: Torzo kosáka zo zbierok Podtatranského múzea v Kežmarku bolo nájdené v Osade Sv. Michala – lokalita Michalský vrch, Kežmarok, ktorá je doložená písomne z 13.–15. storočia, F. Javorský existenciu osady predpokladá už od 10.–11. storočia. Lokalita mohla byť využívaná aj neskôr [5, s. 14].

Torzo kosáka má polkruhový tvar, dĺžka tetivy 220 mm, šírka do 18 mm, hrúbka do 2 mm.

Rezy boli vedené kolmo na os kosáka, A 5, B 10 a C 12 mm od hrotu.

Materiál neobsahuje sulfidické inklúzie. Na neleptanom výbruse sa našlo malé množstvo kováckej trosky, ťažko odlišiteľnej od korózných produktov. Po naleptaní Oberhoffovým leptadlom sa zviditeľnili nevýrazné ostrovy s odlišným obsahom fosforu.

Všetky tri rezy sú silne skorodované.

Rez A, B: Základná štruktúra je feritická resp. feritická s malým množstvom lamelárneho, čiastočne sferoidizovaného perlitu, *obr. 1*. Perlit je lamelárny, čiastočne sferoidizovaný, čo svedčí o opakovaných ohrevoch počas tvárnenia, resp. žíhaní.

Rez C: Základná štruktúra je feritická, veľkosť zrna zodpovedá 10° až 8°. Pri ostrí je v štruktúre mimo feritu malé množstvo sferoidizovaného perlitu. Priemerná mikrotvrdosť feritu je 120 (115–128) HV 0.05.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: Nad 1%: Fe, 0.01–1%: Mn, Si 0.0001–0.01%: Ni, Ag Zn

Vzhľadom na silne skorodovaný materiál rezy pravdepodobne nezasiahli (odkorodované alebo „spotrebované“, pôvodne cementované alebo navarené oceľové) ostrie kosáka, čo skresľuje výsledok rozboru. Feritická štruktúra s nízkou mikrotvrdosťou je pre ostrie kosáka nevhodná, nemohla „držať“ ostrie a splňovať nároky kladené na nástroj.

P24.: Kosák zo zbierok Východoslovenského múzea v Košiciach, približne datovaný do 13.–15. storočia [6, s. 225] je hrubo vykovaný, čepeľ je polkruhová, tetiva oblúka čepele je dlhá 230 mm, maximálna šírka čepele je 24 mm, maximálna hrúbka 3.8 mm, trň je dlhý 120 mm s prierezom 15.5x5

mm. Rez A bol vedený asi 10 mm od konca čepele kolmo na os.

V materiáli nie sú sulfidické inklúzie, obsahuje však malé množstvo inklúzií kováčskej trosky v ohnutých pásoch.

Rez A: Jadro rezu je feriticko–perlitické, s lamelárnym, čiastočne sferoidizovaným perlitom, miestami s widmansättenickou štruktúrou s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 10° – 7° . Na ostrí je perliticko - feritická štruktúra s lamelárno–globulárnym perlitom s veľkosťou zrna zodpovedajúcou 6° s mikrotvrdosťou 255 (221–340) HV0.05. Prechod jadro – povrchová vrstva je na *obr. 2*. Na boku rezu je rozsiahla skorodovaná oblasť.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: Nad 1%: Fe, 0.01–1%: Co, Ni, Al, Si, 0.0001–0.01%: Cu, Mn, Ag.

Kosák bol vyrobený kováčskym navarením materiálu tvaru U s vysokým obsahom uhlíka na strednouhlíkove jadro bez následného tepelného spracovania. O navarení svedčí ostrý prechod medzi oboma materiálmi.

P143.: Silne skorodovaný kosák zo zbierok Archeologického múzea v Bratislave s eliptickým tvarom, dĺžka čepele je 240 mm, šírka 20mm, hrúbka maximálne 5 mm, rúčka má dĺžku 30 mm a prierez 5x10 mm. Kosák bol nájdený v Zalužanoch (Nemešanoch), je datovaný do 13.–15. storočia [7, s. 128, *obr. 102/1*].

Rez A je vedený kolmo na os čepele 5 mm od jej konca.

Rez neobsahuje sulfidické inklúzie, vyskytuje sa malé množstvo kováčskej trosky. V reze je nehomogenita fosforu vo forme šikmého pásu.

Rez A: Na povrchu rezu je feritická štruktúra s malým množstvom sferoidizovaného perlitu, miestami s widmanstättenickou štruktúrou, v osi rezu jemná feriticko–perlitická (sorbitická) štruktúra so sferoidizovaným perlitom s mikrotvrdosťou do 253 (250–258) HV0.05, *obr. 3.*, pri ostrí presýtená drobnými koróznymi produktami. V reze sú rozsiahle skorodované oblasti.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1%: Fe, 0.01–1%: Sn, Al, Mn, Si, Co, Sb, Mg, 0.0001–0.01%: Cu, Ni, Ag, Zr

Kosák bol pravdepodobne vystavený požiaru [7, s. 75, s. 156], čo viedlo k vyžihaniu pôvodne tepelne spracovanej štruktúry. Napriek silnému narušeniu koróziou je pravdepodobné, že kosák bol vyrobený kováčskym zvarom pásu s vyšším obsahom uhlíka v strede, ktorý vychádzal na ostrie a dvoch pásov s nižším obsahom uhlíka.

P25.: Čepel' nedatovaného kosáka zo zbierok Východoslovenského múzea v Košiciach je poloeliptická, dĺžka tetivy čepele je 305 mm, maximálna šírka čepele je 20 mm, maximálna hrúbka čepele 2.7 mm, dĺžka trňa 65 mm, prierez trňa 12x12 mm. Rez A bol vedený kolmo na os čepele asi 10 mm od hrotu.

V materiáli je vysoký obsah sulfidických inklúzií, vyskytujú sa aj drobné sivé, ťažko rozoznateľné inklúzie okovín a kováčskej trosky usporiadané v smere toku materiálu po celom reze.

Rez A: Štruktúra je homogénna, tvorená nízkopopusteným martenzitom, *obr. 4* s mikrotvrdosťou 498 (459–524) HV0.05. Na okraji je malá feritická oblasť, ktorá je výsledkom oduhličenia pri ohreve.

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

S veľkou pravdepodobnosťou ide o nový výrobok. Svedčí o tom prítomnosť sulfidických inklúzií, pomerne malý obsah troskových inklúzií a homogénna štruktúra, čo je výsledok pouitia železa redukovaného minerálnym palivom so skujňovaním plávkovým spôsobom. Obsah Ge môže svedčiť o neslovenskom pôvode železa.

Celkový záver:

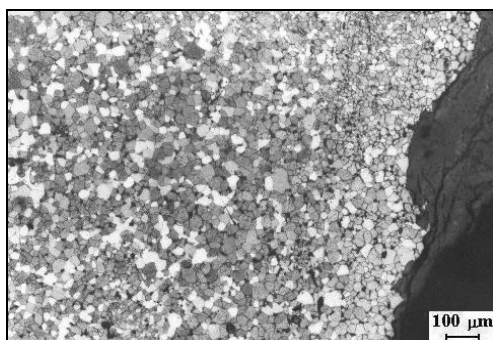
Kosák z Kežmarku bol poškodený natoľko, že sa nepodarilo rekonštruovať technológiu výroby. „Starší“ kosák z Košíc bol zhotovený jednoduchšou technológiou navarenia ostria z vyšším obsahom uhlíka, mladší kosák je „nový“ výrobok. Kosák zo Zalužian bol zhotovený najkomplikovanejším, „sendvičovým“ spôsobom, tepelné spracovanie bolo negované vyžiháním pri požiarí objektu, v ktorom bol nájdený. Prítomnosť Ge v kosáku nie je typická pre železo, redukované z rúd ťažených na Slovensku. Výsledky spektrálnej analýzy „staršieho“ kosáka z Košíc a kosáka zo Zalužian svedčia o použití železnej rudy zo Spišskogemerského rudohoria. Kosák z Kežmarku bol pravdepodobne zhotovený z rudy ťaženej v údolí Popradu.

Abstract

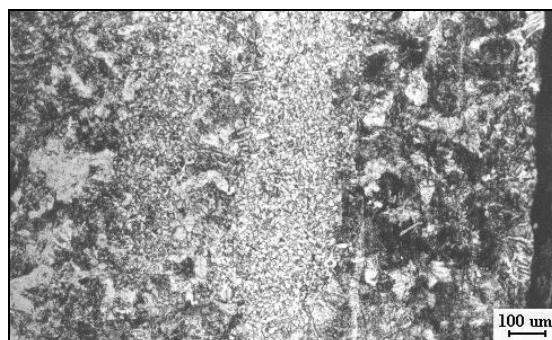
Four sickles were analysed. Sickle from Kežmarok (the 13–15th century) has „consumed“ working edge, only ferritic back part preserved. The „older“ sickle from Košice (the 13–15th century) had steel edge welded on the iron back. The blade of sickle from Zalužany (the 13–15th century) was welded of two iron strips with carbon steel strip among them. The secondary and trace elements in used iron are typical for iron ores, mined in Spiš, besides the „new“ one from Košice (the 20th century).

Literatúra

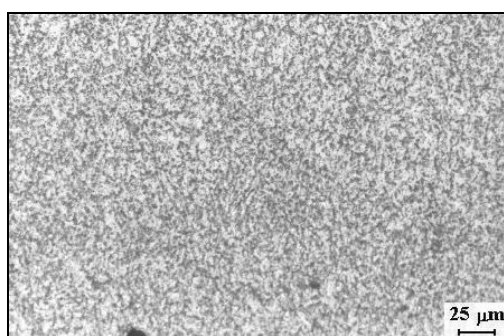
- [1] KOLČIN, B. A.: Čjornaja metallurgija i metaloobrabotka v drevnej Rusi. Moskva 1953.
- [2] MIHOK, Ľ. – ČAPLOVIČ, D.: Metalografické štúdium stredovekej výroby železných predmetov zo Svinice. Hutnicke listy, 1995, č. 3, s. 31
- [3] LONGAUEROVÁ, M. – KOCICH, J. – LONGAUER, S.: Porovnanie štruktúry kosákov z rôznych historických období. In: Študijné zvesti archeologického ústavu SAV, 31, Nitra 1995, s. 217.
- [4] PETRÍK, J. – MIHOK, Ľ. – HETMÁNEK, J. – FRÖHLICH, L. – SOLÁRIKOVÁ, M: Archeometalurgická analýza trosky a železných predmetov z Remetských Hámrov. Archeologia technica 12. Brno 2001.
- [5] JAVORSKÝ, F.: Prínos archeologického výskumu kostola sv. Michala pre štúdium urbanistického vývoja mesta Kežmarok. Z minulosti Spiša II, 1994.
- [6] SLIVKA, M.: Stredoveké hutníctvo a kovárstvo na východnom Slovensku. Historica Carpatica XII/1981, Košice 1981.
- [7] POLLA, B.: Stredoveká zaniknutá osada na Spiši (Zalužany). Bratislava 1962.



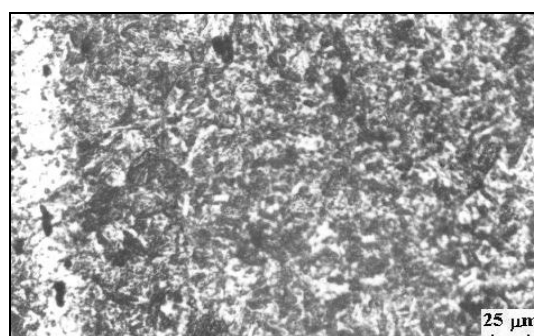
Obr. 1 Prakticky feritická štruktúra kosáka P47



Obr. 2 Prechod medzi feriticko–perlitickým jadrom a perliticko–feritickou štruktúrou na povrchu, kosák P 24



Obr. 3 Kosák P 143, v osi rezu je jemná feriticko–perlitická (sorbitická) štruktúra so sferoidizovaným perlitom, ktorá vznikla vyžiháním pôvodne pravdepodobne zakalenej štruktúry požiarom



Obr. 4 Tepelne spracovaná mikroštruktúra „nového“ kosáka P 25