

Honfoglaláskori vas kéziszerszám metallográfiai vizsgálata

Az Országos Történeti Múzeum Középkori Osztálya rendelkezésünkre bocsátotta 66.1879.276 szám alatt nyilvántartott leletét, egy honfoglaláskori vasszerszámot, metallográfiai természetű vizsgálatok céljaira. A lelet fényképét az 1. ábra mutatja, adatait a szakirodalom is számontartja.¹ Vizsgálataink célja az volt, hogy a szerszám készítésének körülményeire fényt derítsenek.

Mint a korabeli vastárgyaknak általában, ennek a leletnek is ötvözetlen szénacél az anyaga. Ismeretes, hogy az ötvözetlen acélfajták jellemző tulajdonságait a széntartalom és a hőkezelési állapot határozza meg. Kovácshegesztéssel a legfeljebb 0,3% C-tartalmú acélok hegeszthetők; edzeni, nemesíteni pedig a 0,3%-nál nagyobb széntartalmú acélokat érdemes.* Lágyított állapotú acél szövetszerkezetéből könnyen meg lehet ítélni a széntartalmat. Esetünkben fontos, hogy a szén nem, vagy alig tartalmazó acél szokásos mikroszkópi képe fehér mezőkből, krisztallitokból, és a mezőket határoló poligonális vonalakból, az ún. krisztályhatárokból áll. A lényegében színavasból való krisztallitokat *ferrit*-nek nevezik. A 0,85% C-tartalmú acél szövetszerkezete lemezes, kisebb nagyításban a szokásos előkészítés után sötétnek látszó *perlit*-ből épül fel. A két említett C-érték között a szövetképpen jelentkező perlitmezők területaránya a széntartalommal egyenesen arányos. (A kb. 0,3% C-tartalmú, lágyított állapotú vasötvözet szövetszerkezetére tehát a kereken 35% perlit, 65% ferrit megjelenése jellemző.) A széntartalommal az acél keménysége, szilárdsága is nő.

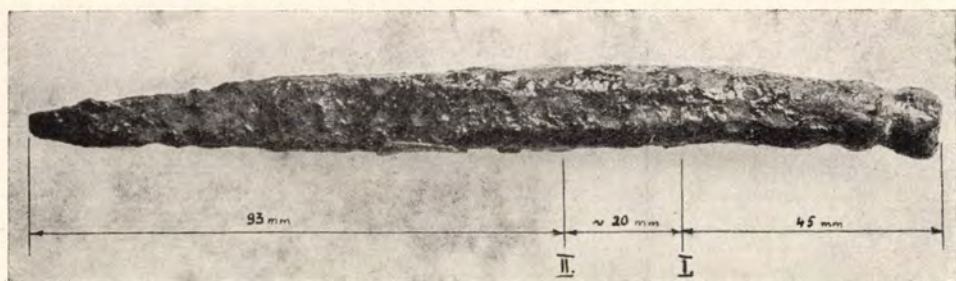
Vizsgálatainkhoz a leletet az 1. ábrán megjelölt két helyen átvágtuk. Az így adódó keresztmetszeteket a metallográfiában szokásos módon, esiszoló-papírsorozaton, majd vizes alumíniumoxid szuszpenzióval átitatott forgó posztókorongon készítettük elő.² Az eljárás tükörfényes, mikroszkóposan is karcmentes felületet eredményez. A vasanyag *szövetszerkezetének* láthatóvá tételére 3%-os alkoholos salétromsavas maratást alkalmaztunk. Az így előkészített csiszolatok részletes fémmikroszkópos vizsgálata kimutatta, hogy a szőben forgó honfoglaláskori kéziszerszám lágyított állapotú és hogy keresztmetszetében tág határok között változó a széntartalom. A 2. ábra szén-szegény, a 3. ábra a szénben leggazdagabbnak talált helyről készített 100-szoros nagyítású mikrofelvételt mutat. Az elmondottak értelmében az előbbi teljesen ferrites, az utóbbi 0,5—0,6% C-tartalmú ferrithálós perlites szövet-

¹ *Varázséji G.*: Archeológiai Értesítő. 1881 (XIV. 1880), 328. o. *J. Hampel*: Altertümer. T. III. t. 350 (9); T. II. 504. o.

² *Verő J.*: Általános Metallográfia. I. 1956.

* Acélnak tekintjük a 0,1—1,7% C-tartalmú vasötvözeteket.





1. ábra. A megvizsgált honfoglalás kori vas kéziszerszám fényképe. $N = 1 \times$

4. ábra. A szerszám keresztmetszetéről készített mikrofelvétel szalag. $N = 75 \times$

- A = ferrit kevés perlittel, salakzárványok
- B = gyakorlatilag tiszta ferrit salakzárványokkal
- C = vastkos salakerek ferritben
- D = hegedés nyomát jelző helyi elszéntelenedés
- E = ferrithálós perlit
- F = ferrit és perlit, a szerszám szélén elszéntelenedés

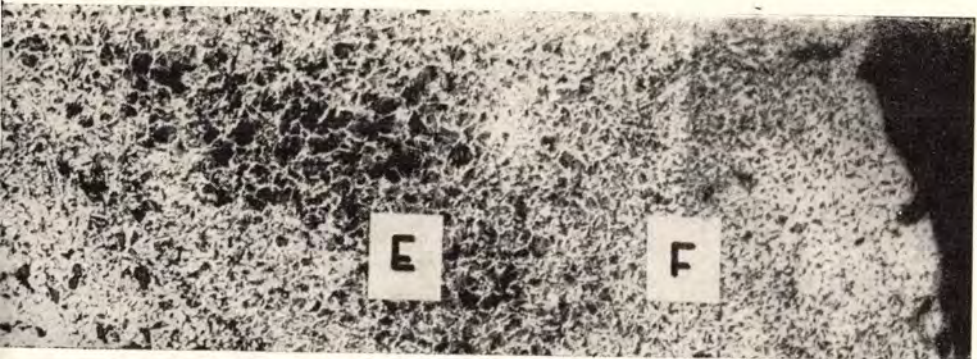
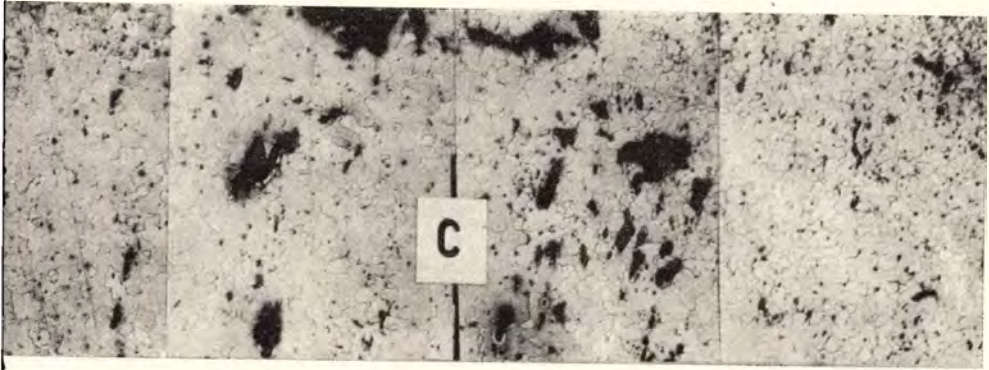


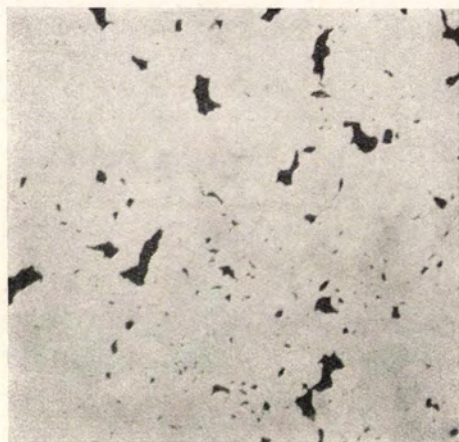


2. ábra. Ferrites mikroszövet-szerkezet 100-szoros nagyításban



3. ábra. Ferrithálós perlites mikroszövet-szerkezet 100-szoros nagyításban





5. ábra. Salakzárványok maratlan keresztmetszeti csiszolaton. $\bar{N} = 100 \times$



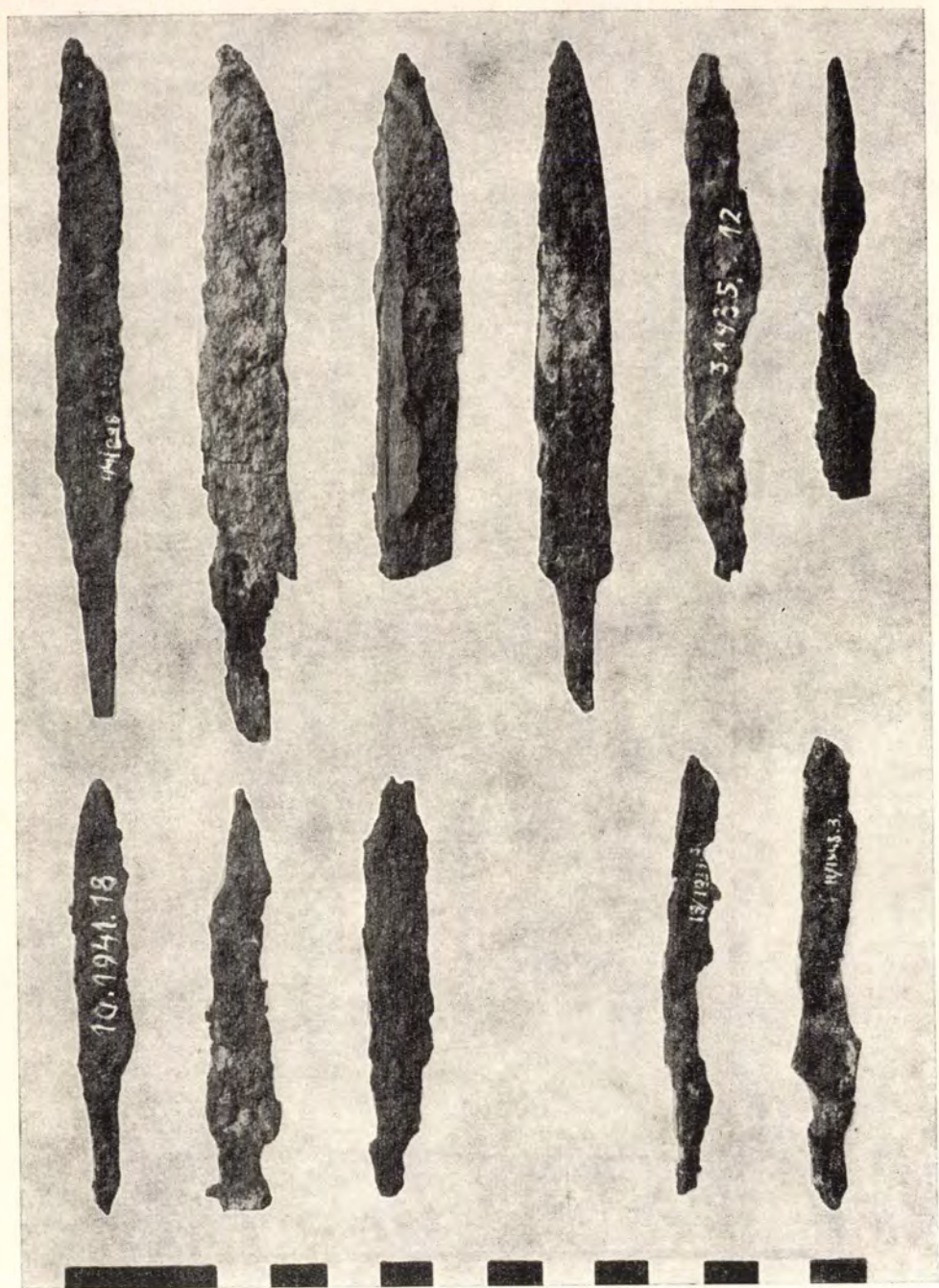
6. ábra. Salakzárványok maratlan hosszcsiszolaton. $\bar{N} = 100 \times$



7. ábra. Makrofelvétel az I. keresztmetszeti csiszolatról $N = 6 \times$
 (A 4. ábra kb. a fehér nyilak közötti részről készült)
a = kovácsolási gyűrődések
b = kovácshegesztésből visszamaradt vaskos salakerek
c = nagy szénttartalmú rész



8. ábra. Makrofelvétel a II. keresztmetszeti csiszolatról-
 $N = 6 \times$ V. ö. 7. ábra



9. ábra. A Magyar Nemzeti Múzeum Történelmi Múzeumában őrzött honfoglaláskori kések

szerkezetnek tekinthető. A 4. ábrán egy a szerszám teljes keresztmetszetéről készített 75-szörös nagyítású mikrofelvétel-szalag látható, amin valamennyi tapasztalt szövetszerkezeti jellegzetesség megtalálható. A *C* hely pl. a 2. ábrának megfelelően gyakorlatilag szénmentes, az *E* hely pedig a 3. ábrához hasonlóan ferrithálós perlités. Közöttük megvan az átmenetnek minden változata.

A vas előállítása a honfoglalás korában már nagyon régen ismeretes volt és nem különbözött lényegesen az előtte és utána századokon át művelt gyártásmódoktól. Az eljárást *bucitási művelet*nek nevezik, s a vonatkozó szakkönyvek igen részletesen tárgyalják.³ Többnyire 4—20 kg-os cipó alakú termékei a *bucák*, *lupák*, amiket a kohósítás során közvetlenül az ércekből állítottak elő. A *lupák* kis szénttartalmú lágy vasból állnak és salakkal vannak összekeveredve. Izzó állapotban kovácsolással dolgozták fel őket, s ilyenkor a képlékennyé vált salak nagyrésze kiszorul a vas belsejéből. Sok salak-részecske azonban, főleg az apróbbak, benne reked a bucitással előállított vas állandó kísérőjeként. (Egyébként minden mai acélfajta is tartalmaz nem fémes zárványokat, csak mennyiségük, vegyi összetételük, méretük, eloszlásuk és alakjuk változik az előállítástól, feldolgozástól függően.)

A szövetszerkezeti sajátságok mellett értékes adatokat szolgáltat tehát az acélananyag *zárványossága* is. Jellemző salakeloszlási képet az egyik maratlan keresztmetszeti csiszolatról az 5. ábra, a kivágott darabból készített hosszcsiszolatról a 6. ábra mutat. Az a körülmény, hogy a hosszcsiszolaton erősen nyújtottnak látszanak a salakzárványok, a keresztmetszetben viszont nem, a zárványoknak különösen a nagyobb hőmérsékleten jól érvényesülő képlékenségét figyelembe véve annak a bizonyítéka, hogy a szerszám anyagát feldolgozás közben hosszirányban jelentősen nyújtották. A salakzárványok ilyen alakja arra vall tehát, hogy a szerszámot nyújtó kovácsolással, nagyrészt izzó állapotban állították elő.

További felvilágosítást adnak a keresztmetszeti csiszolatokról készített makrofelvételek (7. és 8. ábra). Közvetlenül felismerhető rajtuk a szövet-szerkezet heterogén volta. Amint az a 4. ábrával való összehasonlításból is kiténik, a világosabb részek ferrites, a sötétebb zónák nagyobb perlitmennyiséget tartalmazó szövetszerkezetre utalnak. A *b*-vel jelölt fekete foltok az átlagosnál jóval nagyobb méretű, hozzávetőlegesen körív mentén elrendeződő salakzárványok (vö. a 4. ábrán a *C* hely környékét).

A nagyon egyenlőtlen széneloszlás nehezen magyarázható metallurgiai eredettel. A szénttartalomkülönbségek, a nagy salakrészek különleges elhelyezkedése s nem utolsósorban a jól látszó kovácsolási gyűrődések alapján arra kell következtetni, hogy a szerszámot több lemezből, rétegből kovácsolták össze. Alátámasztja ezt a magyarázatot az is, hogy a 7. ill. 8. ábra metszetein igen hasonló az elrendezés annak ellenére, hogy ezek a valóságban kb. 20 mm-re vannak egymástól (1. ábra). Az egyes lemezek részben különböző szénttartalmúak voltak, a *c* helyre az átlagosnál sokkal keményebb, nagyobb szénttartalmú lemez került. Lehetségesnek látszik, hogy az összekovácsolt lemezek kb. egyforma szélesek voltak. A fekvő *S* betűre emlékeztető réteg-

³ *V. A. Колчин*: Черная металлургия и металлообработка в древней Руси. Москва 1953. 20—30. o. — *B. Osann*: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. II. Leipzig, 1926. 10. o. — *H. Wedding*: Grundriß der Eisenhüttenkunde. Berlin, 1880. 182. o. — *L. Beck*: Die Geschichte des Eisens. Braunschweig, 1884. — *V. Place*: Niniveh et l'Assyrie. Paris, 1867.

helyzet alapján legalább is jól elképzelhető, hogy az egykori kovács először négyzög szelvényű darabbá kovácsolta a lemezeket, s csak ezután alakította ki a lényegében körszelvényt.

Az említett különleges elhelyezkedésű nagy zárványok feltehetőleg szintén nem a metallurgiai folyamatokból maradtak vissza, inkább az valószínű, hogy egy hegesztési felület nyomát jelzik. Lehet, hogy a szerszámot itt két, egyébként szintén lemezekből összekovácsolt darabból hegesztették össze. Kovácshegesztésnél ma is szokás ui. salakképzőkkel, pl. kvarchomokkal elsalakosítani az összehegesztendő darabok felületén, a jobb forradás biztosítására, az izzításkor keletkezett revét. Kisebb mértékben megtalálhatók a salakosabb részek a többi hegesztési felületnél is (pl. a 7. és 8. ábra *a* helyén).

Megállapítható tehát, hogy a megvizsgált kéziszerszám több, részben különböző széntartalmú réteg összekovácsolásával készült. A középkori vasfeldolgozásban a használati tárgyaknak ez az előállításmódja általánosan el volt terjedve, a honfoglaláskori ázsiai népek leletei alapján Kolcsin is ismertet idézett könyvében több rétegből készített eszközöket. A kikovácsolás során az általunk vizsgált szerszámban nem tudott a széntartalom nagy különbözősége kiegyenlítődni, sőt, az eredeti széntartalomkülönbségeken kívül egyes hegedések nyomát még helyi elszéntelenedés is kíséri (pl. 4. ábra *D*). Elszéntelenedés bizonyos fokig természetesen a külső felületen is észlelhető. Az egyik hegedési felület mentén pedig vastkos salakerek húzódnak végig bizonyoságul annak, hogy kovácshegesztéskor a talán salakképző hozzáadásával képződött salak egy része nem tudott kinyomódní a szerszámból; ez a jelenség, ha sokkal kisebb mértékben is, több más hegesztési felület mentén is kimutatható.

ERICH FUCHS und JULIUS NÁNDORI

METALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG EINES EISERNEN WERKZEUGES AUS DER ZEIT DER LANDNAHME

(Zusammenfassung)

Das in der Fachliteratur wiederholt beschriebene eiserne Werkzeug (Abb. 1) wurde einer metallmikroskopischen metallographischen Untersuchung unterworfen. Es konnte festgestellt werden, daß das Werkzeug aus mehreren, teilweise verschiedenen Kohlenstoffgehalt aufweisenden Schichten zusammengeschiedet wurde. Das beweist der große Unterschied an C-Gehalt in den einzelnen Zonen, der durch metallurgischen Ursprung nicht erklärt werden kann, sowie der Umstand, daß an einigen Stellen bei dem Zusammenschweißen der Schichten auf den Grenzflächen erhebliche Schlackenmengen zurückblieben.