

MŰHELY

HARAMZA MÁRK

*A damaszkuszi acél részleges rekonstrukciója
(Kísérleti beszámoló)*

A vasművesség ötezer éves történetében számos különlegesség figyelhető meg. Ilyen a damaszkuszi acélgyártás is, amely nem hiába számított kora egyik csúcstechnológiájának. Az erről tanúskodó IX-XI. századi arab kohászati és kardkovácsolási receptek nyomán két éve foglalkozom a kora-islám vasművességgel. Az acélgyártási és kardkovácsolási receptek tanulmányozása közben a legkülönbözőbb adalékanyagokkal és eljárási módszerekkel találkozunk, melyek tudományos hitelességéről csak kísérletek által győződhetünk meg. Ezek a különleges eljárások azonban egyértelműen elválaszthatók a babonából használtaktól, hiszen jelenlétük a munkálatok során indokolt: jelentős kémiai-fizikai reakciókat indítanak el.

A vasak, széntartalmuktól függően, keményebb vagy lágyabb anyagúak lehetnek. Az alacsony széntartalmúak tulajdonsága, hogy könnyen alakíthatók, szívósak, de csorbulhatnak. A kemény acélok forma- és éltartók, de ridegségük miatt törőssé válhatnak. A damaszkuszi acél egyedisége abban van, hogy két ellentétes fém-tulajdonságot örököl: egyszerre kemény és hajlékony. Kétféleképp állítható elő. Az egyik a rétegelt kovácsolás, az úgynevezett *dömöckölés*,¹ melynek során különböző keménységű fémeket tűzihégesztéssel forrasztunk össze,² ahogy azt az európai kovácsok is tették a penge javítása és az eredeti damaszkuszi acél utánzása céljából. A keleti damaszkolt pengéket a szaknyelv *wootz*nak nevezi; ezeket hipereutektoidos kristályszerkezetük teszi különlegessé. Szigetelt olvasztótégelyben készülnek, amelybe a kívánt mennyiségű vas mellé széntartalmú anyagot tesznek. A hevítés és az olvadási hőmérsékleten tartás után lassan hűtik le a tégelyt, így a krisztallizációs folyamat során az újonnan létrejött szövetelemek előre meghatározott (az ausztenites kristályszerkezet kémiai elrendeződését követő) formába rendeződnek. Az így keletkezett hipereutektoid önálló cementitet tartalmaz, amely karbidháló formájában jelenik meg.³

2010. október 15. és 20. között kovácsmesteremmel, Nagy Tiborral részlegesen rekonstruáltam a koraiszlám kard készítésének folyamatát, ennek dokumentációját az akkori kari TDK-n, majd a XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri

¹ Thiele Ádám: *Damaszkuszi acélok, mint kompozitok bemutatása*, BME Bp, 2009. 3-17.

² Halmágyi Szabolcs – Riedel Lóránt: *Régi fegyverekről*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986. 78.

³ Allan, James: *Persian Metal Technology 700-1300*, Ithaca Press, London, 1979. 76-77.

Konferencia régészeti szekciójában mutattam be.⁴ A kísérletben az üllőn elvégezhető, úgynevezett *beszórásos módszert (tarah)* alkalmaztam. Ez a kardpengének más széntartalmú vassal történő beszórását jelentette,⁵ ami a munkadarabon világosabb mintázatot alkotott.

A kísérletet jelentősen megkönnyítette, hogy az első évezredbeli iszlám kardtípusok között nincsen nagy alaki eltérés: ezek, a bizánci fegyverekhez hasonlóan, egyenes, kétélű kardok voltak.⁶ Ezt leginkább a Topkapi Palota múzeumának legértékesebb darabjai bizonyítják, melyeknek kifejezetten a kora-középkorra jellemző alakja van.⁷

A részleges kardrekonstrukció nemcsak a munkamenet tanulmányozására adott lehetőséget, hanem arra is, hogy olvasztásos anyag-előállítási kísérleteket is elő tudjak készíteni *Abū r-Rayhān al-Bīrūnī*⁸ és *Murḍā b. Alī b. Murḍā b. at-Ṭarsūsī*⁹ feljegyzései alapján.

A munkafázisok közül az anyagbeszerzés az egyik legnehezebb feladat; a receptek legtöbbjéhez még mindig nem sikerült az összes hozzávalót megtalálni. Ebből a szempontból egy *Ṭarsūsī*-leírás teljesíthető a legegyszerűbben; itt *narmābanra* (lágymas), *šāburqānra* (feltehetően ötvözetlen szén-acél), magnezitre és gránátalmafőjra van szükség.¹⁰

2012 őszén öt kísérletet végeztem a recepttel, melyek során a leírt anyagot ugyan nem tudtam reprodukálni, viszont számos megfigyelést tettem. A munka során olyan olvasztótégelyeket használtam, melyeknek, a formatartás céljából, égetett kerámia-alapjuk volt; ezeket vízüveggel és vízzel hígított, samott-föld-agyag tűzálló keverékkel vontam be.

A kísérletek legnagyobb hátulütője az volt, hogy nem sikerült elérni a kívánt hőmérsékletet, így az anyag nem olvadt meg. Mindazonáltal kialakult egy, a próbaolvasztásokat megelőző, általános munkamenet: 1. a fémek előkészítése,¹¹ 2. a súly- és méret-meghatározás,¹² 3. az olvasztótégely elkészítése, kiszárítása, 4. a mag-

⁴ XXX. Jubileumi OTDK Humán Tudományi Szekció: *Programfüzet*, Eszterházi Károly Főiskola BTK, Eger, 2011. 53.

⁵ Fehér Bence: *A korai iszlám fémművesség anyagai, forrásai és technikái*, Doktori disszertáció, Budapest, 2001. 28-29.

⁶ Nicolle, David: *Medieval Warfare Source Book, Arms and Armour*, London, 1998. 74.

⁷ Stöcklein, Hans: *Die Waffenschätze im Topkapu Sarayi Müzesi zu Istanbul – Ein vorläufiger Bericht*, *Ars Islamica* I. 1934. 200-218.

⁸ *Abū r-Rayhān al-Bīrūnī: Gyűjteményes könyv az ékkövek ismeretéről*. In Fehér Bence: *Források a korai iszlám kardművesség történetéhez*, Pázmány Péter Katolikus Egyetem BTK, Piliscsaba, 2000. 39-47.

⁹ *Murḍā b. Alī b. Murḍā b. at-Ṭarsūsī: Az értelem birtokosainak magyarázata a háborúban a csapásoktól való védelem minőségéről és az eszközökre vonatkozó jellemzők ismeretének kiterjesztése*. *Ibid.* 61-63.

¹⁰ *Ibid.* 62.

¹¹ A forrás forróvízes tisztítást ír le, ami egyértelműen arra irányul, hogy megtisztítsa a felhasznált vasak felületét. A nagyobb tisztaság elérése érdekében reszeléssel tisztítottam meg a fémeket az oxidrétegtől.

¹² A *Ṭarsūsī*-nél szereplő méreteket arányosan csökkentettem, aminek oka elsősorban a munka kísérleti jellege és az olvasztótégely kiképzése. Az összetevők eredeti tömege: 3 raṭl šāburqān, ½ raṭl

nezeit porítása, 5. a gránátalmahéj kiszárítása, 6. a tűzhely megépítése, 7. a tűzhely begyújtása.

Az első kísérlet szeptember 28-án történt. Itt a legfőbb problémát az olvasztótégely okozta, amely nem zárt légmentesen. A vékony, rossz bevonatú fedél megrepedt, így a cementáló léggört nem lehetett megtartani, a kísérlet megszakadt. A hőátadás viszont megtörtént, így az anyagok már az első alkalom után felizzotak. A második próbaolvasztás (szeptember 29.) során a tégely megfelelő zártságának köszönhetően elindulhatott a gránátalmahéj szenülése, és ezáltal a fémek cementálódása is, ami szikrakép-változással igazolható.¹³ Október 5-én újabb próba következett, ezúttal alkalmasabb kialakítású tűzhelyben, az előzőeknél hosszabb, négyórás olvasztási idővel. Ekkor a fémdarabok már a tégely falához ragadtak, alaki változás azonban ez alkalommal sem következett be. Az október 13-i két kísérlet közül az első olvasztási ideje 5 óra volt. Bár a fémdarabok összetapadtak, a vasbuca mégsem állt össze egységesen. Az utolsó alkalommal a hőn tartás csak egy órán át tartott, azonban a tégely mintegy tíz órát állt a folyamatosan hűlő parázsban.

Október 14-én a negyedik kísérlet eredményeként létrejött, összetapadt, de össze nem olvadt fémeket munkáltam meg. Az öntőtégelyben a folyamatok csak a cementálásig zajlottak le, így a fémdarabok egyé munkálását üllőn folytattam, a már említett dömöcköléssel. Az anyagot megmunkálási hőmérsékletre melegítve többször is beszórtam bóraxszal,¹⁴ majd kalapálással óvatosan fémlémezzé formáltam. A munka során az anyagot csak 900-1000°C-ig melegítettem, magasabb hőmérsékleten ugyanis könnyen szétesett volna az amúgy sem egységes munkadarab. Emiatt a bórax tisztító hatása ellenére is maradt a fémbe szennyező-, illetve salakanyag.

Az így keletkezett lemezen aztán a mintát a forrásban is leírt, vitriolos beszórás-sal hívtam elő, azaz kénsavval marattam.¹⁵ Az így kapott felületen megjelent az alacsony és magas széntartalmú területek világos-sötét kontrasztja. A kapott mintázatból egyértelműen látható, hogy a fémösszetevőknél csak minimális alaki változás következett be. Ennek az eredménye az eredeti *wootz*-on, a fémek olvadása miatt, olajszerűen szétterülő mintázat.

Tehát az „olvasztásos” kísérletek eredménye a receptek részleges megvalósulása, mely alapján valószínűsíthető, hogy a damaszkuszi acél elkészíthető at-Ťarsüsi leírása szerint. A tégelyek hevítése során a cementálás folyamata megindult; a

.....
narmāhan, 5 drachma magnezit és egy maroknyi gránátalmahéj. Az összetevők kísérleti tömege: 130 g šāburqān, 22 g narmāhan, ~2-3 g magnezit, 6 szelet gránátalmahéj. E két utóbbiból arányosan biztosan több került a keverékbe (tömegük meghatározása szemmértékkel történt), ami nagyobb cementáló hatást eredményezhetett.

¹³ Köszörelés közben a fémek szikrájából hozzávetőlegesen meg lehet állapítani széntartalmukat, és fel lehet ismerni egyes ötvözőelemeiket is (pl. a volfrámot).

¹⁴ Ez az anyag (nátrium-tetraborát) a tűzi hegesztések tisztítóeleme, amely a hevülés során létrejött vas-oxidot megfolyósítja a fémek felületén, elősegítve azok egybeforrását.

¹⁵ Fehér Bence: *Források a korai iszlám kardművesség történetéhez*, Pázmány Péter Katolikus Egyetem BTK, Piliscsaba, 2000. 16. vö.: Fehér Bence: *A korai iszlám fémművesség anyagai, forrásai és technikai*, Doktori disszertáció, Budapest, 2001. 28.

széndúsítás az üllőn, a tűzi hegesztéssel befejezett munkadarabon maratással és szikraképpel is igazolható. Értelmezhetővé váltak az olyan összetevők is, mint a gránátalmahéj vagy a magnezit: ezek a diffúziós folyamatot hivatottak elősegíteni. A karbidhálós szerkezetet ugyan egyelőre nem sikerült létrehozni, mégis betekintést nyerhettünk a korabeli iszlám fémkohászatba, és ez a kísérletek folytatására ösztönöz.