

Újabb technológiák a kalapácmalmok hatásfokának növelésére

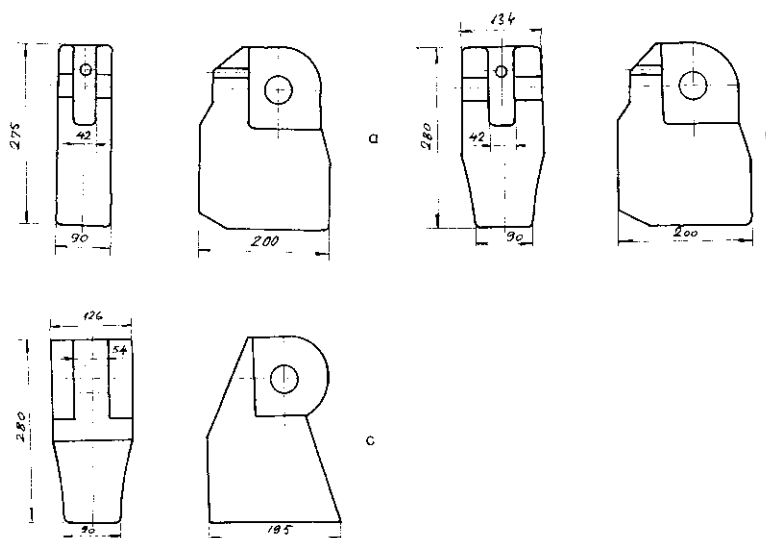
Dr. Szőcs Katalin
Kolozsvár

Abstract

The life is an important factor of the plan's economic efficiency. There are contradictions requirements against the material of the hammers. A good wear resistance and a high impact test value is needed as well. Test with hammers, made of nodular graphite castings had shown appropriate life times.

Az ipari létesítmények hatékonyságának növelése gazdasági követelmény. A gépek és berendezések működési idejének meghosszabbítását célzó törekvések is ide sorolhatók.

A kalapácmalmok működési időtartama elsősorban a kalapácsok kopásától függ. A dörzsölés általi koptatáson kívül a kalapácsok jelentős dinamikus erőknek is ki vannak téve. Kalapácmalomban zúzzák szét az útburkoláshoz használt andezittörmelék, az iparilag használt mészkövet és meszet, a cement gyártásához használt klinkert, a bányából kifejtett kőszén stb. Az 1. ábra a széntörök kalapácsát, a 2. ábra a mészkőmalom kalapácsát szemlélteti.



1. ábra

A szénmalom kalapácsa

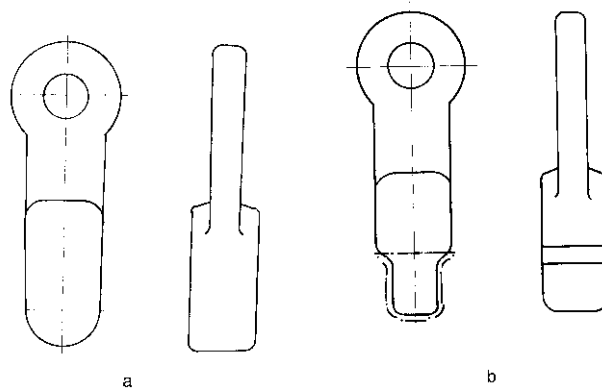
a. öntött acélból OT 600-3

b. gömbgrafitos vasból kettős füllel

c. gömbgrafitos vasból egyes felfogó füllel

A dinamikus igénybevételeknek az acél megfelel, de gyorsan kopik. A kalapácsok anyagaiként használt acélok mechanikai jellemzőit az 1. táblázat mutatja be. A kalapácmalom hatékonysága a kalapácsok kopásától függ. A malom őrlekedésének csökkenése a kalapácsok kicserélését vonja maga után. Több rend kalapácsot is helyeznek egy malomba, de a legnagyobb kopásnak az első sorba helyezettnek vannak kitéve (3. ábra.) A 4. ábra szemlélteti az 1., 2. és 3. sorban elhelyezett kalapácsok elkoptott alakját.

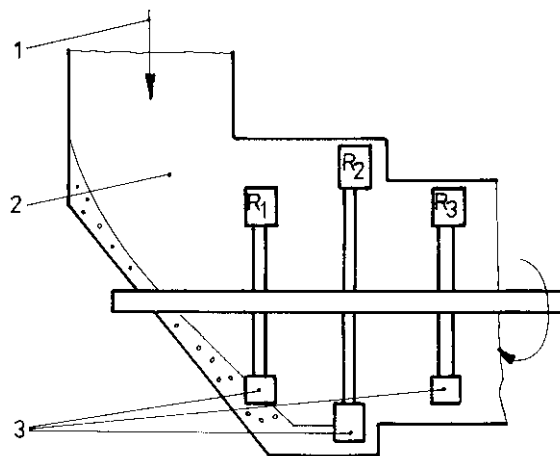
A kalapácmalmok működési ideje a kalapácsok kopásától függően 16-200 óra között változik, az őrleendő anyag keménységétől vagy szilíciumdioxid-tartalmától függően.



2. ábra

A mészkőmalom kalapácsa
a. kovácsolt acélból 01 50.1 K
b. gömbgrafitos öntvényből

A kalapácsok kopási szilárdságának növelésére a szakirodalom különféle módszert említ. Így hegesztéssel történő kopásálló réteg felvitele az acélból készült kalapácsra. (4) A pontozott hegesztéssel felvitt kemény réteg a kalapácsmalom működési idejét 30%-kal megnöveli. Egyes szerzők olyan próbálkozásokról számolnak be (1, 2, 3), ahol magasan ötvözött öntvényekből készült kalapácsokkal kísérleteztek. Különösen a nagy krómtartalmú fehér vasak kaptak nagyobb szerepet a kopásnak kitett alkatrészek gyártásánál. Ezen ötvözetek ütőmunkája $5-6 \text{ J/cm}^2$, mely olykor elégtelen a nagyobb dinamikai igénybevételeknek kitett kalapácsok számára, valamint nagy keménységük miatt (40-50 HRC) megmunkálásuk is nehézségbe ütközik.



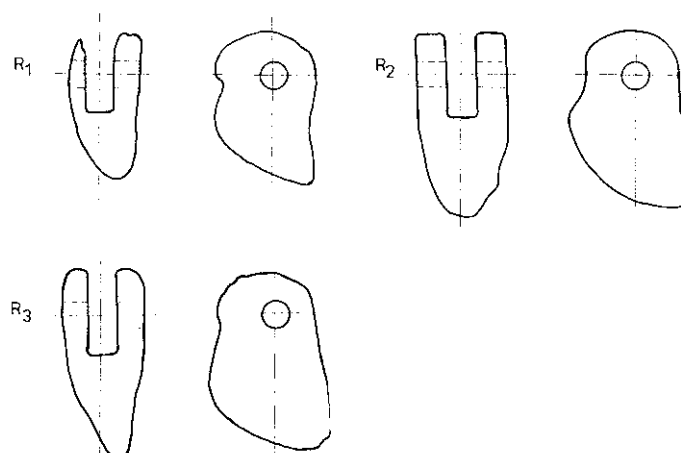
3. ábra

A kalapácsmalom elvi vázlata
1. táplálás
2. a malom belseje
3. kalapácsok

Kísérleti eredmények

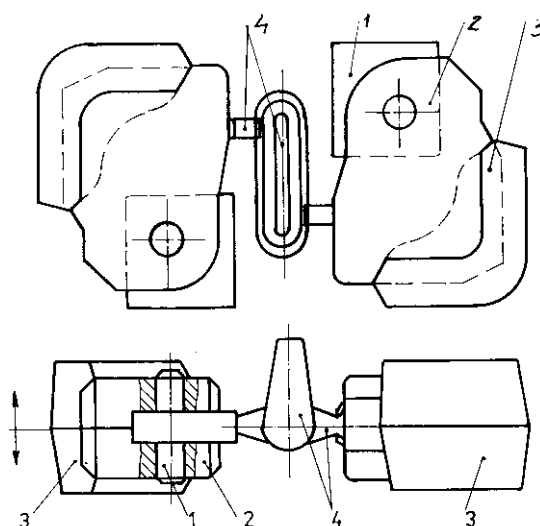
A fentiek ismeretében célul tűztük ki a kis kopási szilárdsággal rendelkező acél helyettesítését jobb minőségű, gömbgrafitos öntvényvel. Megfelelő ötvözéssel és hőkezeléssel növeltük az öntvény ütőmunkáját és megmunkálhatóságát a kopási szilárdság növelésével egyidőben. Az előállítási és hőkezelési technológia kikísérletezésével egyidőben megváltoztattuk a kalapácsok konfigurációját, mivel acélról öntöttvasra tértünk át. Ismeretes, hogy a gömbgrafitos vasra az öntött acélhoz hasonló ütőmunka jellemző. A kopásállóság növelése érdekében karbidképző elemekkel (Cr, Mo) ötvöztük, az edzhetőség növelésére a vashoz nikkelt is adtunk. Ezenkívül a

Működési idő, óra	506	992	900
Szénhozam, t/h	31,7	32,53	40,92
A kalapács súlya, kg	34	34,5	29



4. ábra

A kalapácsok alakja kopás után a különböző sorból



5. ábra

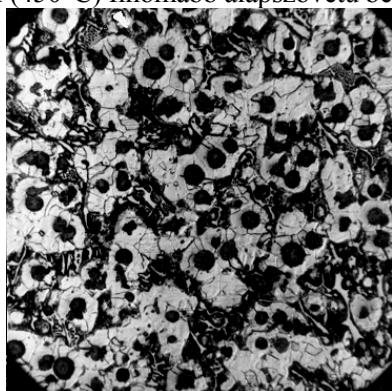
A kalapács öntési technológiája

1. *fülképző mag*
2. *kalapács*
3. *felüle keményítő fémforma*
4. *beömlő csatorna*

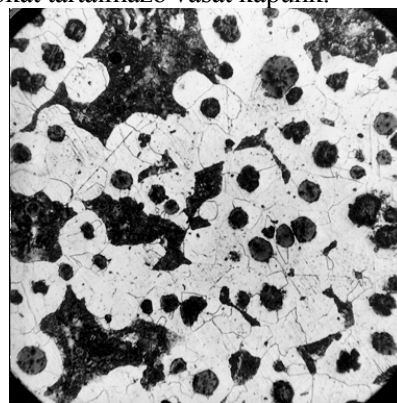
A hőkezelési technológia meghatározásáért az első típusú vasból szabványos mintákat öntöttünk. Különböző ausztenitizáló hőmérsékletnek vetettük alá 870–920°C között. A megeresztést 300–650°C-on végeztük izotermális fürdőben 2-8 órán keresztül. Hőkezelés után vizsgáltuk a minták szilárdsági jellemzőit és az alapszövetet. A 7. ábra a keménység és a szakítószilárdság változását szemlélteti a megeresztési hőmérséklet függvényében (a bénites vasnak megfelelő nagy szakítószilárdság érhető el). A kopásállóság növeléséhez szükséges nagyobb keménységek eléréséhez a megeresztést 500°C alatt kell végezni. Az optimális ausztenitizálási hőmérséklet 900°C a 8. és a 9. ábrán feltüntetett értékeknek megfelelően.

Az alapszövet változását elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Hőkezelés előtt a perlit erezete a 10. ábrán látható. A magas ausztenitizálási hőmérsékleten (920°C) és alacsony megeresztéssel (350°C) hőkezelt minták kemé-

nyek, alapszövetükben bénit és martenzit található (11. ábra). Alacsony hőmérsékleten (870°C) ausztenitizált gömbgrafitos vas alapszövege bénitet és ferritet tartalmaz (12. ábra) Megfelelő ausztenitizálással (900°C) és meg-eresztéssel (450°C) finomabb alapszövetű bénitet, ferritet és karbidokat tartalmazó vasat kapunk.



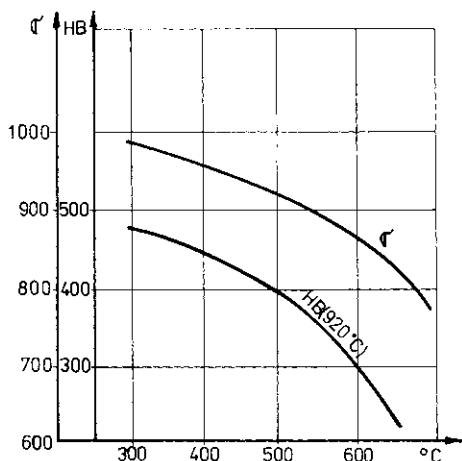
a)



b)

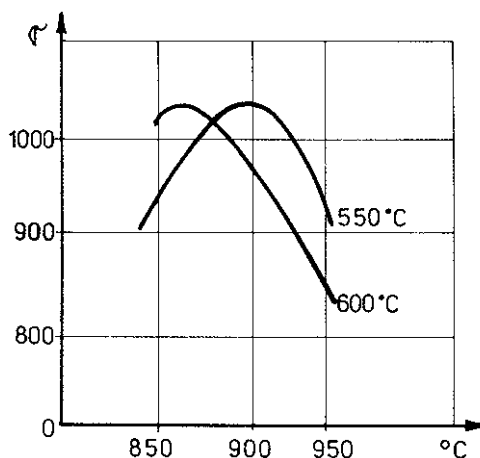
6. ábra

*A kalapács anyagának mikroszövege öntés után. Nagyítás 100x.
a. a fémforma mellett; b. a homokforma mellett*



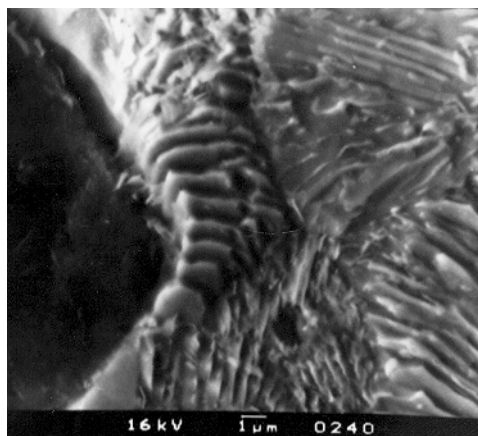
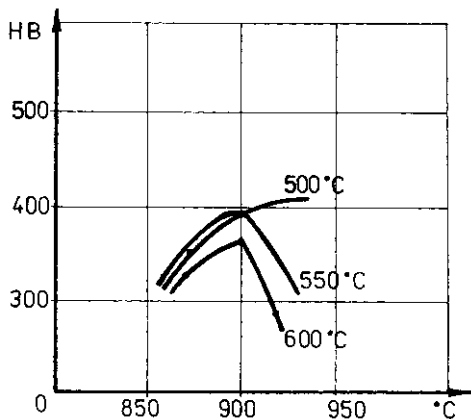
7. ábra

A keménység (HB) és a szakítószilárdság változása (σ) a megeresztési hőmérséklet függvényében



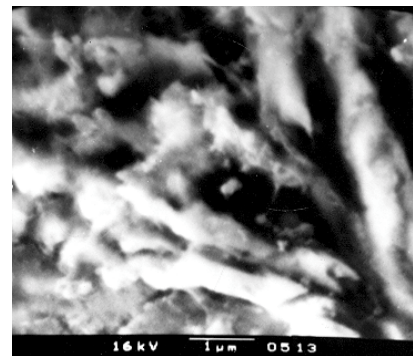
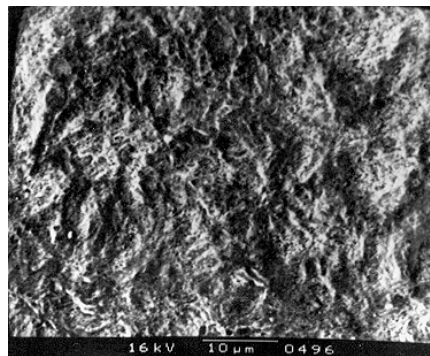
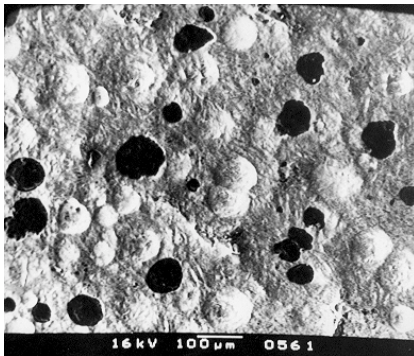
8. ábra

A szakítószilárdság változása az ausztenitizálási hőmérséklet függvényében különböző megeresztési hő mellett



9. ábra

A keménység változása az ausztenitizálási hőmérséklet függvényében különböző megeresztési hő mellett



10. ábra

A vas alapszöveve hőkezelés előtt. 1000x

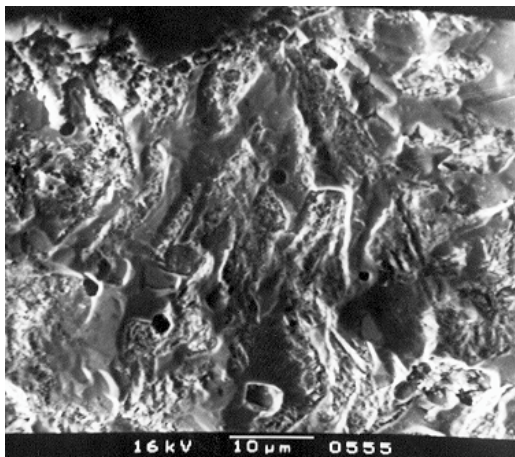
11. ábra

Magas fokú ausztenitizálással és alacsony megeresztéssel kapott bénites vas alapszöveve:

a. 200x

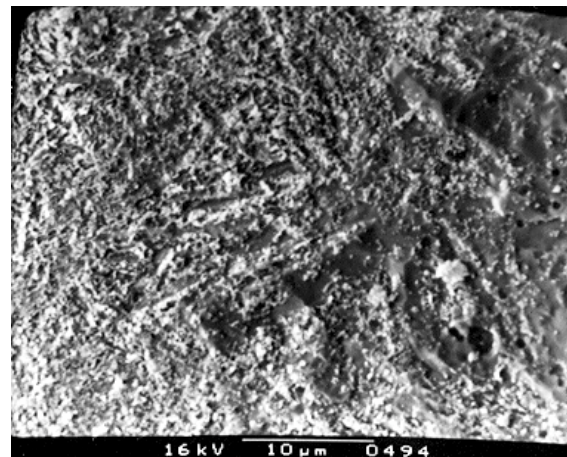
b. 3200x

c. 3000x



12. ábra

*A vas alapszöveve
870°C ausztenitizálás után. 3000x*



13. ábra

*A vas alapszöveve
900°C ausztenitizálás után. 4000x*

Összevetve a kapott szilárdsági jellemzőket és az alapszövetet, a következő megállapításhoz jutottunk:
a. Az ausztenitizálási hőmérséklet növelése az edzhetőséget hangsúlyozza, illetve a martenzit aránya és a keménység nő.

b. A primér karbidok átalakulásának veszélye nő az ausztenitizálási hőmérséklettel.

c. A megeresztési hőmérséklet növelésével a keménység csökken.

d. Ugyanazon megeresztési hőmérséklet mellett, de különböző ausztenitizálási hőmérsékletet alkalmazva nagyobb keménységet a magasabb ausztenitizálás esetében kaptunk.

A kalapácsok anyaga a kopáson kívül ütőmunkát is ki kell hogy bírjon. A 920°C ausztenitizálási és 500°C megeresztési hőmérsékleten kapott bénites vas ütőmunkája $6-7 \text{ J/cm}^2$. Kisebb megeresztési hőmérsékleten az ütőmunka 4 J/cm^2 alá csökken.

A fentiek alapján optimális technológiával kalapácsokat gyártottunk a kolozsvári Nehézipari Gyárban és üzembe helyezés után követték működési idejüket a borzešti hőerőműben és a galaci kombinátban. Mértük a kalapácsmalom őrlött szénben mért hozamát, a kalapács súlyát és az őrlés időtartamát. A kalapácsok fajlagos kopását (N_2) a következő képlettel számítottuk ki:

$$N_z = \frac{D_m}{G} \quad (g/t)$$

ahol: D_m – a kalapács kopás utáni súlyvesztése [gramm]
 G – a megőrölt szén mennyisége [tonna]

A mérések eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A két illesztési füllel rendelkező kalapács 992 óra működés után 57,7%-ban kopott el, míg az egyfüles kalapács 900 óra után 45,9% kopást mutatott. Ez utóbbi kalapács működése egyben a legbiztonságosabb is volt.

Következésképpen a kalapácsok anyagának az ötvözött gömbgrafitos bénites vas jobban megfelel mint az acél. A dinamikus ütéseknek ellenáll és kopásállóbb, aminek eredményeképpen körülbelül ötször növeli meg a kalapácsmalom működési idejét. A malom dinamikájának megfelelő hőkezeléssel a működési idő tovább növelhető.

Könyvészet

- [1.] SOFRONI, L., RIPOȘAN, I., CHIRA, I., *Fonte albe rezistente la uzură*, Editura Tehnică, București, 1987
- [2.] DODD, I., PARKS, I.L., *Factorii care influențează performanțele pieselor cu pereți groși din fonte albe Cr-Mo*, In *Ciesserei-Praxis*, nr. 11-12, 1979, p. 181-201
- [3.] QUEIROZ, A., ș.a., *Proprietățile fontelor înalt aliate cu crom, aliate suplimentar cu W și V*, Lisabona, Al 5-lea Congres Internațional de Turnătorie, 1984
- [4.] I. VASILE., *Utilajul și tenica sudării*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979, p. 71