

SZILIKÁTTECHNIKA

Néhány nagy tisztaságú Al_2O_3 műszaki kerámia hajlítószilárdsági vizsgálata

Csányi Judit* – Gömze A. László* – Kövér Zsuzsanna Ilona**

* Miskolci Egyetem, Kerámia és Szilikátmérnöki Tanszék

** MTA MFA

Bevezetés

Napjainkban az ipar számos területén egyre szélesebb körben alkalmaznak alumínium-oxid műszaki kerámiákat, mivel ezek igen nagy kopásállósággal és mechanikai szilárdsággal rendelkeznek. Eddigi munkánk során törekedtünk az alumínium-oxid műszaki kerámiák alakadási [1, 2, 3, 4, 5] és égetési technológiájának [6, 7, 8] optimalizálására; és ezáltal minél előnyösebb tulajdonságokkal rendelkező termékek előállítására.

Az alumínium-oxid műszaki kerámia előállításához alkalmazott klasszikus porteknológia egyes fázisait igen sokféleképpen lehet megvalósítani. Jól ismert alakadási technológia az alumínium-oxid műszaki kerámiák sajtolása területén az egy- és kétoldali sajtolás, illetve az izostatikus préselés [9, 10], mégis számos megoldásra váró probléma merül fel a formázás során. A szinterelés módja szintén jelentős mértékben befolyásolja a termék minőségét attól függően, hogy az milyen kemencében, milyen atmoszférában történik.

A nagy tisztaságú alumínium-oxid kerámiák tömörödése és a mikroszerkezet kialakítására összességében hat a porok karakterisztikája, a por összetétele, az adalékanyagok, a szinterelési atmoszféra és a hőntartási idő. Ezek figyelembevételével megválasztott és előkészített alumínium-oxid kerámiaport alkalmazva az alakadási technológiával tudjuk irányítani a tömörödést. A fázisok és az egyensúly hiánya a szinterelés hőmérsékletén hatással van a tömörödés és a mikroszerkezet kialakulására. Továbbá a kémiai reakciók kinetikája és a fázistranszformációk is jelentős mértékben hatnak a szinterelésre. Megfelelő választása egy alkalmas szinterelési atmoszférának meghatározza az atmoszféra és a formázott nyersanyag közötti kémiai reakciókat és a gáz oldhatóságát. A hőntartási idő szabályozása hatásos és fontos a mikroszerkezet kialakításánál. Bizonyos heterogén fázisok eloszlása a kerámiáknál szabályozható megfelelő hűtéssel, hőkezeléssel szinterelés után [11].

Jelen dolgozat célja az alkalmazott technológia hatásának bemutatása az alumínium-oxid műszaki kerámiák

legfontosabb mechanikai tulajdonságaira – a hajlítószilárdságra – és a kialakuló makro- és mikrostruktúrára.

1. A hőkezelés jelentősége

Az alumínium-oxid tulajdonságait tekintve nagy keménységű, korrózióálló és kopásálló anyag, azonban alacsony szívóssága és érzékenysége a hő indukálta feszültségre meghibásodáshoz, illetve töréshez vezet. Szinterelés során a nitrogén bevitelle – történhet gáz, illetve szilárd anyag formájában (AlN) – és reakciója a rideg, szilárd anyaggal egy olyan új anyagot eredményez, mely megtartva mechanikai tulajdonságait szívóssá válik. A nitrogéngázban történő hőkezelés eredménye, hogy az Al_2O_3 mellett AlN és AlON is keletkezik.

Az AlN számos kiváló tulajdonsággal rendelkezik, hővezető képessége, fajlagos ellenállása nagy, dielekromos állandója mérsékelt alacsony. Az AlN a természetben nem létezik. A fémalumínium-por direkt nitridációjával vagy az alumínium-oxid-por karbotermikus reakciójával állítható elő [12].

Az AlON olyan polikristályos anyag, melynek szerkezete éppen inverze a spinelnek. Üvegszerű, pórusmentes anyag, mely nagy keménységgel, de ugyanakkor alacsony hővezető képességgel rendelkezik. Előállítására sokféle módszert ismerünk, melyek közül a leginkább elterjedtek a következők:

- egyidejű redukciója és nitridációja az Al_2O_3 -nak,
- a fémalumínium oxinitridációja égés során,
- gázfázisú reakciója AlCl_3 -dal,
- direkt reakció az Al_2O_3 és az AlN között [13].

Célunk megvalósításához többféle eljárás is létezik, mely történhet:

- plazmaszórással,
- AlN hozzáadásával, nitrogéngázban szinterelve,
- nitrogéngázban szinterelve.

A plazmaszórásos eljárás során először az Al_2O_3 /AlN kompozitpor szinterelése történik Ar/N_2 plazmában (~10 000 K), mely direkt nitridációja az alumíni-

um-oxidnak. Ezzel a módszerrel kockarácsú AlN állítható elő, mely N- és O-ionokat tartalmaz. Az így készült anyag AlN- és γ -Al₂O₃-tartalma a kiindulási anyag AlN- és Al₂O₃-tartalmához képest növekszik. Ezért további hőkezelés szükséges, mely nitrogén-gázban 800–1200 °C-on 2 h hőn tartással történik. Az utólagos hőkezelés hatására az AlN hexagonális rácsú lesz, az AlN mennyisége növekszik, de a γ -Al₂O₃-tartalom csökken [14].

Az Al₂O₃-hoz adott AlN mennyisége és a szinterelés hőmérséklete jelentős mértékben befolyásolja az anyag mikrostruktúráját. Nitrogén-gázban történő szinterelés során alacsonyabb (< 10 mol%) AlN-tartalom mellett homogén mikroszerkezetet kapunk, az alumínium-oxid szemcsék érintkezési felületén AlON jelenik meg. Magasabb AlN-tartalomnál a keletkezett AlON az alumínium-oxid szemcséhatára körül helyezkedik el.

1600 °C-on szinterelve α -Al₂O₃ és AlON keletkezik. Növelve a szinterelés hőmérsékletét, 1700 és 1750 °C-on 1 mol% AlN esetén az α -Al₂O₃ és AlON mellett egy új ϕ -fázis (5 Al₂O₃ · AlON, monoklin) is megjelenik. Azonban 20-25 mol% AlN esetén csak az α -Al₂O₃ és AlON van jelen.

1800 °C-on történő szintereléskor 5 mol% AlN esetén α -Al₂O₃ és AlON mellett ϕ -fázis is jelen van. 10 mol% AlN esetén α -Al₂O₃ és AlON keletkezik. 20 mol% esetén csak AlON jön létre az AlN-Al₂O₃ rendszerben.

Meg kell jegyezni, hogy 1600 °C-on 5–25 mol% AlON keletkezhet, de az alumínium-oxid porozitása növekszik, és szemcsedurvulás is kialakulhat. 1700 és 1800 °C-on az AlN mennyiségétől függően a keletkezett AlON az alumínium-oxid szemcséhatárainak érintkezésénél, illetve azok körül is lehet [13].

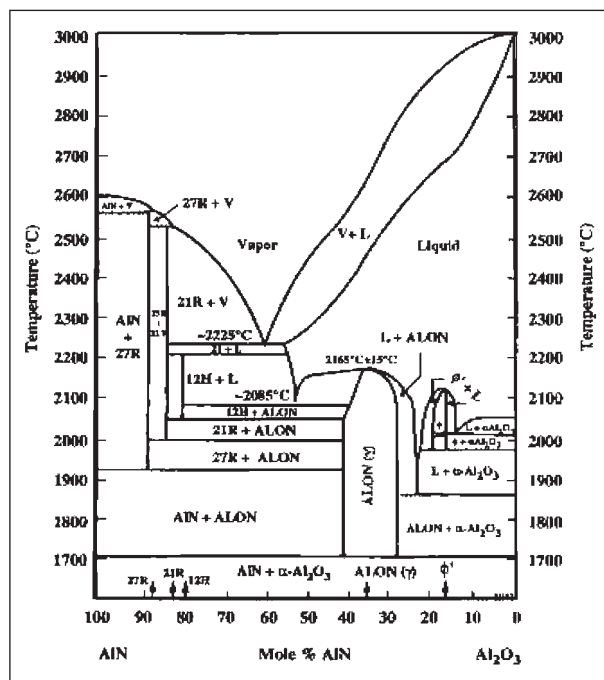
A mechanikai tulajdonságok javítására az AlN mellett TiN is használható. Ennek az eljárásnak a hátránya, hogy a TiN olvadáspontja 2950 °C, így magas hőmérsékleten történő sajtolást igényel. A sajtolást 30 MPa sajtolónyomással végzik 1420–1550 °C-on 30 perc hőn tartással nitrogén atmoszférában [14].

2. Új anyagok a hőkezelés hatására

Az alumínium-oxid-kerámiák nitrogén-gázban történő szinterelése során új anyagok keletkeznek, mint az AlN és AlON. Az alumínium oxinitrid spinel (ALON) olyan anyag, melynek struktúrája inverze a spinel szerkezetének vakanciákkal a kation helyén. Mint más nagy tisztaságú, polikristályos oxidanyagok, egyfázisú kockarácsal, pórusmentességgel jellemezhetők. Fizikai tulajdonságukat tekintve nagyon hasonlóak a magnézium aluminát spineléhez, kivéve a nagyobb keménységet (19,1 GPa) és a jóval alacsonyabb hőtágulási együtthatót.

ALON egy szilárd olvadék az AlN-Al₂O₃ bináris rendszer vonalán, mely valójában egy pszeudobináris rendszer az Al-O-N rendszerben.

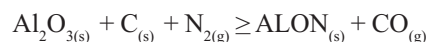
Az 1. ábra szerint az ALON-olvadék 35,7 mol%-nál 2165 °C-on jelenik meg.



1. ábra. AlN-Al₂O₃ fázisdiagram Átvéve: Allen M. Alper: Phase Diagrams in Advanced Ceramics (29. old.)

McCauley és Corbin az együtt összeőrölt AlN- és Al₂O₃-porokat formázva szinterelték *in situ*. Az előállítás paramétereinek többféle kombinációját is feltárták. Amint azt a 1. ábra is mutatja, a folyadékfázis a szilárd fázis egyik oldalának igen keskeny sávjában található magas hőmérsékleten. 1775 °C-on történő szinterelés eredménye a szemcsén belül létrejövő porozitások, de a magasabb hőmérséklet (2025 °C) jóval kevesebb porozitást eredményez és ALON-t.

Később tökéletesítették az eljárást, a kiinduló por előzetes reakciókkal alakítva 0,5 μ m és ez alatti szemcseméret-eloszlású ALON-por [15]. A kiinduló por reakciója:



3. Kísérleti körülmények és eredmények

3.1. Nagy tisztaságú alumínium-oxid műszaki kerámiák előállítása

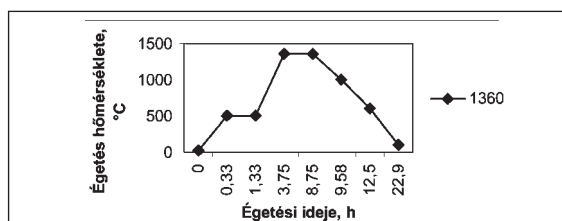
Célunk az alakadás és a hőkezelés együttes hatásmechanizmusának feltárása alumínium-oxid-kerámiák esetén. Így vizsgálataink során három különböző, a kereskedelemben is kapható, nagy tisztaságú alumínium-oxid-porot alkalmaztunk (1. táblázat).

Mindegyik típusból kétoldali sajtolással készítettünk hasáb alakú próbatesteket 66,64; 99,96; 133,28 MPa sajtolónyomással. A sajtolt próbatestek egy részét először nitrogén atmoszférában, 1360 °C-on zsongéltva égettük (2. ábra), majd 1460 °C-on, illetve 1550 °C-on és 1640 °C-on szintereltük őket (3. ábra).

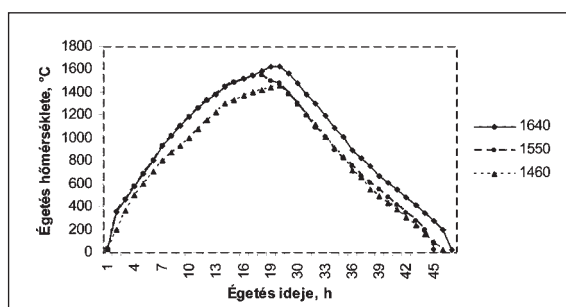
1. táblázat

Alkalmazott portípusok kémiai összetétele

Összetétel	Martoxid KMS-92	Kreutz SPG 95	Alcoa CT 3000 SDP
Al ₂ O ₃	≈ 92%	≈ 95%	99,7%
SiO ₂	≈ 3,6%	2,2%	0,02%
MgO	≈ 1,5%	1,40%	0,1%
CaO	≈ 2,5%	1,10%	0,03%
Na ₂ O	–	< 0,2%	0,08%
Fe ₂ O ₃	–	< 0,3%	0,02%



2. ábra. Zsengelő égetés nitrogéngázban



3. ábra. Szinterelő égetés módjai

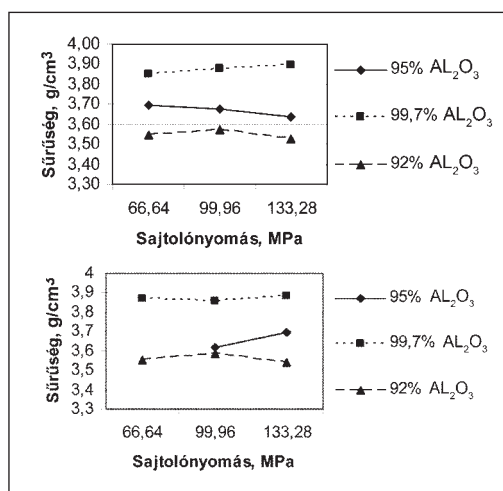
A nagy tisztaságú alumínium-oxid műszaki kerámikák tulajdonságainak jellemzésére hárompontos hajlítóvizsgálatot végeztünk az MTA MFA INSTRON 1112 berendezésén, továbbá mértük a sűrűséget, látszólagos porozitást.

3.2. Az alakadás és hőkezelés hatásmechanizmusának vizsgálata hajlítószilárdságon keresztül

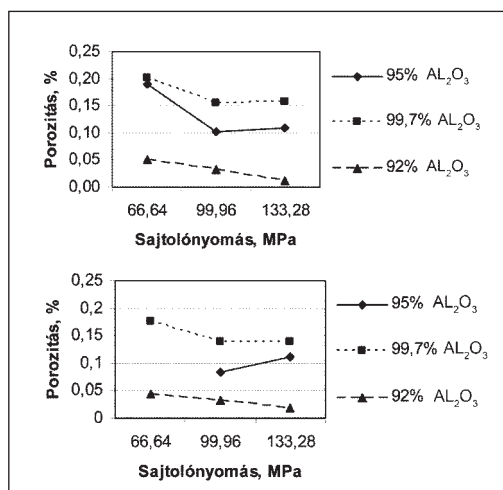
Alakadás hatása 1460 °C-on szinterelt darabok esetén

A 4. ábrán láthatjuk, hogy a hagyományos úton szinterelt darabok esetén növelve a sajtolónyomást a 92% tisztaságú alumínium-oxid sűrűsége nem változik nagymértékben. A 95% tisztaságú Al₂O₃-ot tekintve a sajtolónyomás növelésével ezen a hőmérsékleten a sűrűség csökken. A 99,7% tisztaságú por növekvő sajtolónyomás mellett növekvő sűrűséget ad.

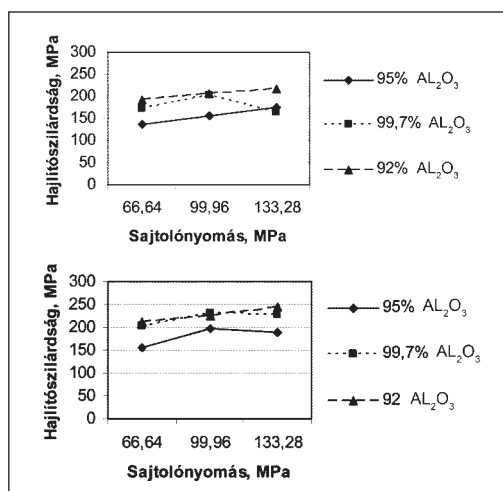
A nitrogéngázban zsengélt és égetett darabok tulajdonságai hasonlóak a hagyományos módon égetett darabokéval. A 92% tisztaságú alumínium-oxid sűrűsége a hőkezelés után nem változott. A 95%-os alumínium-oxid sűrűsége ellentétes módon változik, azaz növekvő sajtolónyomás mellett a sűrű-



4. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogén atmoszférában égetett darabok sűrűségére



5. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogén atmoszférában égetett darabok porozitására



6. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogén atmoszférában égetett darabok hajlítószilárdságára

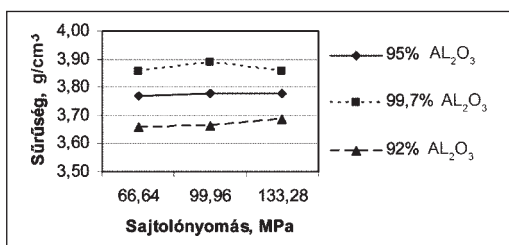
ségi értékek is növekednek. A 92% tisztaságú alumínium-oxid itt már alacsony sajtolónyomás esetén is eléri.

Porozitást tekintve a nitrogén atmoszférában zsengélt darabok tulajdonságai kismértékben javultak (5. ábra).

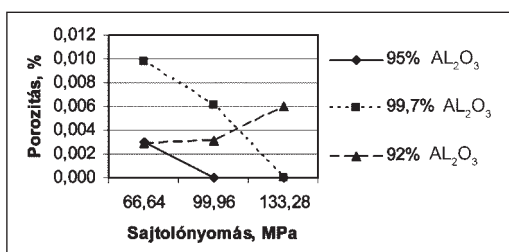
A 6. ábra szerint nitrogén atmoszférában is zsengélt darabok hajlítószilárdsága jelentős mértékben javult, ezen a hőmérsékleten a 92% tisztaságú alumínium-oxid hajlítószilárdsága a legmagasabb.

Alakadás hatása 1550 °C-on szinterelt darabok esetén

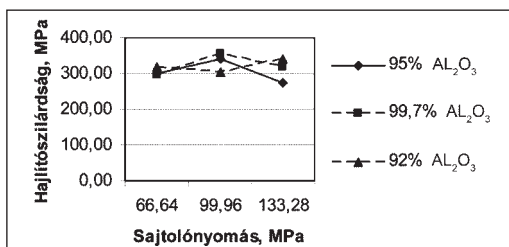
A sajtolónyomás növelésével a 92% és a 95% tisztaságú alumínium-oxid esetén a sűrűségük is nő, míg 99,7% esetében a közel 100 MPa sajtolónyomás mellett éri el a megfelelő sűrűségi értéket (7. ábra). A 8. ábrán látható, hogy a porozitás rohamosan csökken a sajtolónyomás növelésével, kivételt képez a 92% tisztaságú alumínium-oxid, ahol a porozitás a sajtolónyomás növelésével „növekszik”. A 9. ábra szerint a 95% és 99,7% tisztaság esetén alkalmazott 100 MPa sajtolónyomás az optimális, mivel ennél alacsonyabb vagy magasabb nyomást alkalmazva a szilárdsági értékek alacsonyabbak. Ugyanakkor a 92% tisztaságú alumínium-oxid esetén a sajtolónyomás növelésével a szilárdság is nő.



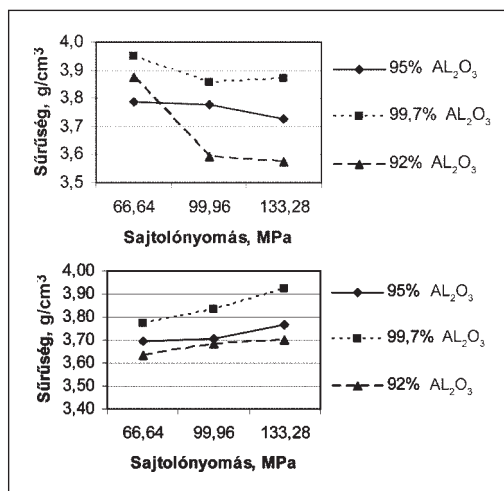
7. ábra. Sajtolónyomás hatása nitrogéngázban égetett darabok sűrűségére



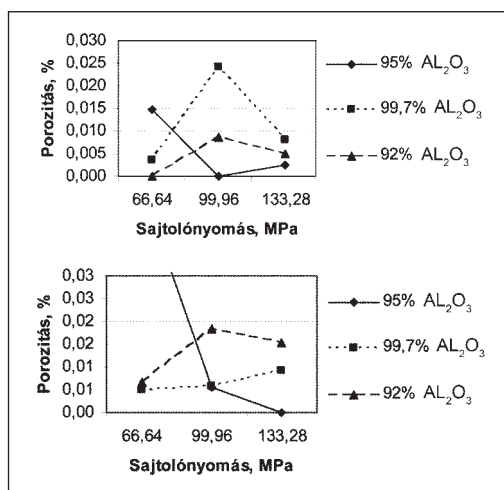
8. ábra. Sajtolónyomás hatása nitrogéngázban égetett darabok porozitására



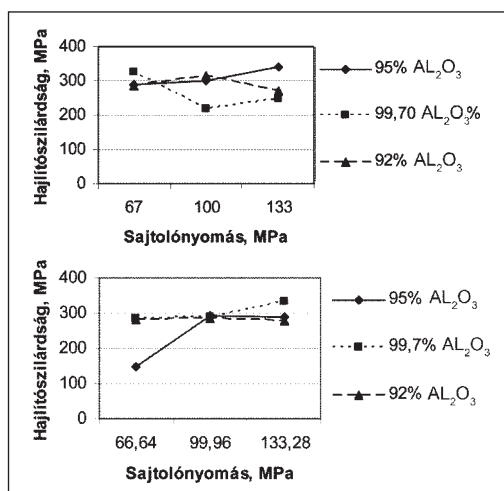
9. ábra. Sajtolónyomás hatása nitrogéngázban égetett darabok hajlítószilárdságára



10. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogéngázban égetett darabok sűrűségére



11. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogéngázban égetett darabok porozitására



12. ábra. Sajtolónyomás hatása normál és nitrogéngázban égetett darabok hajlítószilárdságára

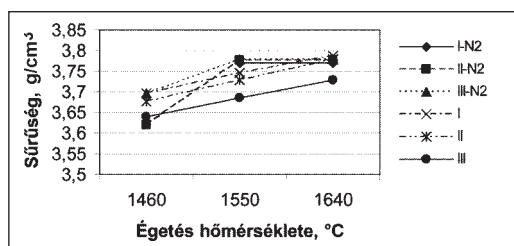
Alakadás hatása 1640 °C-on szinterelt darabok esetén

A 10. ábrán jól látható, hogy a normál módon égetett darabok sűrűsége a sajtolónyomás növelésével csökkent, ugyanakkor a nitrogén-gázban zsengeált daraboké kismértékben növekedett. A porozitási értékek a nitrogén-gázban történő zsengeálást követően nagymértékben csökkentek (11. ábra). Hasonlóképpen alakultak (12. ábra) a hajlítószilárdsági értékek is a nitrogén-gázban zsengeált darabok esetén, azaz a sajtolónyomást növelve a szilárdsági értékek javulnak.

Szinterelés hatása a mikroszerkezetre és a hajlítószilárdságra

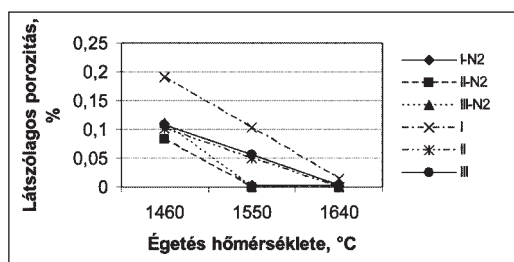
A továbbiakban a 95% tisztaságú alumínium-oxid-kerámiakra vonatkozó mikroszerkezeti és hajlítószilárdsági jellemzőket ismertetjük a sajtolónyomás, a zsengeáló és szinterelő égetés körülményeinek figyelembevételével.

A 13. ábra szerint az égetési hőmérséklet emelésével az alumínium-oxid is tömörödik, sűrűsége a sajtolónyomás



13. ábra. A szinterelő égetés hatása normál és nitrogén-gázban égetett darabok sűrűségére

(Az ábrán látható görbék jelölését a próbák előállítási módja szerint határoztuk meg, így az I – 66,64 MPa, II – 99,96 MPa, III – 133,28 MPa sajtolónyomás alkalmazásával készült próbatetek; továbbá az I-N2, II-N2 és III-N2 jelzéssel a nitrogén-gázban is zsengeált próbatetek sűrűségi értékét mutatja)

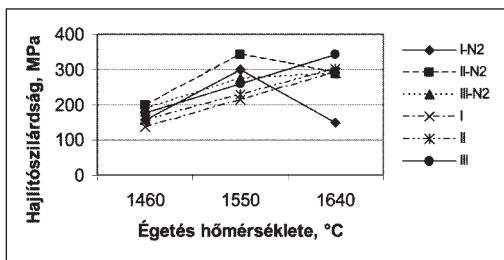


14. ábra. A szinterelő égetés hatása normál és nitrogén-gázban égetett darabok porozitására

(Az ábrán látható görbék jelölését a próbák előállítási módja szerint határoztuk meg, így az I – 66,64 MPa, II – 99,96 MPa, III – 133,28 MPa sajtolónyomás alkalmazásával készült próbatetek; továbbá az I-N2, II-N2 és III-N2 jelzéssel a nitrogén-gázban is zsengeált próbatetek látszólagos porozitását mutatja)

más növelésével tovább növelhető. Az ábra jól mutatja, hogy közel 100 MPa sajtolónyomás mellett a nitrogén-gázban is zsengeált próbák sűrűsége már 1550 °C-on eléri a 95% tisztaságú alumínium-oxid optimális sűrűségét.

Jól látható a 14. ábrán, hogy a vizsgált próbatetek látszólagos porozitása a szinterelő hőmérséklet emelésével csökken. A 15. ábra a hajlítószilárdság alakulását szemlélteti, mely szerint a 100 MPa sajtolónyomással készült és nitrogén-gázban is zsengeált próbatetek 1550 °C-on szinterelve közel azonos szilárdsági értékeket mutatnak, mint a 134 MPa sajtolónyomással és 1640 °C-on szinterelt próbateteké.



15. ábra. A szinterelő égetés hatása normál és nitrogén-gázban égetett darabok hajlítószilárdságára (Az ábrán látható görbék jelölését a próbák előállítási módja szerint határoztuk meg, így az I – 66,64 MPa, II – 99,96 MPa, III – 133,28 MPa sajtolónyomás alkalmazásával készült próbatetek; továbbá az I-N2, II-N2 és III-N2 jelzéssel a nitrogén-gázban is zsengeált próbatetek hajlítószilárdságát mutatja)

Kutatómunkánk során megállapítottuk, hogy mind a 92%, mind a 99,7% tisztaságú alumínium-oxid-kerámiaik esetén szintén a 100 MPa sajtolónyomással készült, nitrogén-gázban is zsengeált, majd 1550 °C-on szinterelt darabok hajlítószilárdsága a más módon előállított alumínium-oxid-kerámiaik szilárdsági értékeit meghaladja. Ugyanakkor sűrűségi és látszólagos porozitási értékeik alakulását tekintve a 99,7% tisztaságú alumínium-oxid műszaki kerámiaik előállítása a magasabb égetési hőmérsékletet kívánja.

Összegzés, konklúzió

1. Az alakadás során kialakult tulajdonságokat a kiindulási szemcseméretén kívül meghatározza az alapanyag tisztasága is.
2. A kereskedelemben kapható granulátumok adalékai elősegítik a formázást, de a tulajdonságok módosítása megvalósítható az égetés körülményeinek megváltoztatásával.
3. Adott sajtolónyomás mellett megfelelően hőkezelve jobb szerkezeti és mechanikai tulajdonságok is elérhetőek.
4. A nitrogén-gázban történő zsengeáló égetés javítja a

mechanikai tulajdonságokat, továbbá jobb sűrűségi és porozitási értéket biztosít 95% tisztaságú alumínium-oxid esetén.

Köszönetnyilvánítás. A szerzők ezúton köszönik a kutatásukhoz nyújtott segítséget: *dr. György Józsefnek*, Kerex-Multipolár II Kft.; *Werner Tamásnak és munkatársainak*, Mikeron Kft.; *dr. Arató Péternek*, MTA MFA.

Irodalom

- [1] Csányi Judit – Dr. Gömze A. László: Építőanyag, 53. évf. 2001. 3. szám.
- [2] Csányi, J. – Gömze A. L.: A technológiai paraméterek hatása az Al₂O₃ kerámiák mikrostruktúrájára és hajlítószilárdságára. Doktorandusz Fórum, 2001. pp. 1–7.
- [3] Csányi J. – Gömze A. L. – Kós I.: A technológiai paraméterek hatása az Al₂O₃ kerámiák mechanikai tulajdonságára. MicroCAD 2002. kiadványa.
- [4] Csányi, J. – Gömze A. L.: Detect of Fracture Mechanics Properties of Alumina by Micro-Hardness Testing. 4th International Conference of PhD Students, Miskolc 2003. pp.287–292.
- [5] Csányi, J. – Gömze A. L.: Egyes Al₂O₃ műszaki kerámiák mechanikai tulajdonságai. MicroCAD 2004. kiadványa p. 33.
- [6] Csányi, J. – Gömze A. L.: Égetési feltételek hatása az Al₂O₃ kerámiák tulajdonságaira. XX. Finomkerámiai Nap konferenciakiadványa, 2001. pp. 39–44.
- [7] Csányi, J. – Gömze A. L.: Nitrogén atmoszféra hatása szinterelés során az Al₂O₃ oxidkerámiák mikro- és makroszerkezetére. MicroCAD 2003. kiadványa pp. 15–20.
- [8] Csányi, J. – Gömze A. L.: Magas Al₂O₃ tartalmú sajtolt termékek N₂ védőgázban történő zsugorításának néhány tapasztalata. Anyag- és Kohómérnöki Tudományok, Miskolc, 31. kötet. (2003) pp. 25–34.
- [9] Péter Gyula: Kerámiaipari gépek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [10] Dr. Tamás Ferenc: Szilikátipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [11] Messing, G. L. – McCauley, J. W. – Mazdiyasi, K.S. – Haber, R. A.: Advances in Ceramic, Vol. 21: Ceramic Powder Science, 1987, The American Ceramic Society, Inc.
- [12] Okada, T. – Toriyama, M. – Kanzaki, S.: Journal of European Ceramic Society, Vol. 20, 2000. p.783–787.
- [13] Kim, Y.W. – Park, H.C. – Lee, Y.B. – Oh, K.D. – Stevens, R.: Journal of European Ceramic Society, Vol.21, 2001. p. 2383–2391.
- [14] Cao, L.H. – Khor, K.A. – Fu, L. – Boey, F.: Journal of European Ceramic Society, Vol.89–90, 1999. p. 392–398.
- [15] Hongyu, G. – Yansheng, Y. – Aiju, L. – Yingcai, L. – Yuhua, Z. – Chunsheng, L.: Materials Research Bulletin, Vol. 37, 2002. p.1603–1611.

A ZSOLNAY MA

Zsolnay fotók és filmek a médiában

A Zsolnay Porcelánmanufaktúra Rt. 2004 júniusában „A Zsolnay ma – Zsolnay fotók és filmek a médiában” címmel pályázatot hirdet, hogy a Zsolnay nagy múltra visszatekintő, ma is tündöklő, új arcát megmutathassa. A Zsolnay Porcelánmanufaktúra Rt. híve az alapító Zsolnay Vilmos gondolkodásmódjának: az innovativitás, a kreatív, minőségre törekvő építőmunka alapozza meg termékeit. E pályázattal olyan médiareprezentációk születésénél szeretnénk bábáskodni, melyek a Zsolnay újító, mai képét festik meg.

Nevezni az alábbi kategóriákban lehet:

- A Zsolnay gyár épülete, udvara (felújítások)
- Zsolnay kerámiával díszített épületek itthon és a nagyvilágban (felújítások, a közelmúlt épületei)
- Zsolnay termékek (jelenleg gyártott termékek, fejlesztések, a Zsolnay Műhely munkái)

A legjobb pályázók 1 millió Ft összértékű Zsolnay készleteket kapnak, szakmai zsűri ítélete alapján.

Pályázni olyan fotókkal és filmekkel lehet, amelyek:

- megjelentek a nyomtatott és/vagy az elektronikus médiában 2004. június 14. és 2005. június 30. között.
- A fotókat 300 dpi-s, jpg formátumban, CD-n és fotópapírra nyomtatva, 18×24 cm-es méretben, fotópapíron; a filmeket VHS videokazettán és digitális formátumban, CD-n,
- a szerző írásos, rövid bemutatkozásával,
- a beküldött alkotás keletkezési körülményeinek rövid, írásos bemutatásával,
- az eredeti megjelenés pontos helyének és idejének feltüntetésével,
- az alkotó nevének és értesítési címének megjelölésével várjuk.

Beadási határidő: 2005. június 30.

Nevezési díj nincs. A zsűri fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő pályamunka hiányában ítéljen oda helyezést, illetve két azonosra értékelt pályamunka esetén a díjakat megossza.

További információ: Jusztinger Brigitta marketing menedzsertől kérhető, telefon: 72/507-660, e-mail: marketing@zsolnay.hu

A pályázati anyagokat személyesen vagy az alábbi postacímen várjuk:

Zsolnay Porcelánmanufaktúra Rt. Marketing Osztály, 7630 Pécs, Zsolnay Vilmos út 37.

A pályázati csomagon kérjük feltüntetni:

„Zsolnay ma – Zsolnay fotók és filmek a médiában”, valamint: „A zsűri előtt felbontandó”.