

2.5 | Kémiai kötésű homokból előállított öntőformák minőség-ellenőrzése ultrahanggal

*Tárgyszavak: minőség-ellenőrzés; öntőformák;
ultrahangos vizsgálat.*

A kémiai kötésű öntőformák és magok tulajdonságai az idők folyamán – az előkészítéstől az öntési folyamatig – változnak. Az öntőformák minősítéséhez ismernünk kell a tömörödés mértékét. A formázást sok esetben kézzel végzik. Ilyenkor általában nem teljesen egyenletes a tömörödés. A vizsgálatok szerint sok öntvényhibát a formahomok egyenlőtlen, esetenként helytelen tömörödése okozza.

Általában az öntőforma felületén, vagy beszúrás alapján, méréssel határozzák meg, hogy az öntőforma eléggé kemény-e. Ezek a módszerek csak korlátozott mértékben szolgáltatnak megbízható eredményt. Ennek okai általában:

- A keményedési folyamat eltérő sebességű a forma felületén és belsejében. Ez annyit jelent, hogy az öntőforma felületén végzett keménységmérés eredménye alapján nehezen lehet következtetni arra, hogy mennyire keményedett meg az anyag a forma belsejében.
- Az öntőforma felülete viszonylag hamar eléri a maximális keménységet. Azonban ennyi idő alatt a forma belsejében az anyag még nem képes megkeményedni.

A kémiai kötőanyagot tartalmazó formázóhomok roncsolásmentes vizsgálatára nyújt lehetőséget az ultrahang-frekvenciás technika. Ez a módszer az ultrahang-frekvenciás hullámok terjedési tulajdonságai és az anyag rugalmassága közötti összefüggésen alapul. A formázókeverék keményedési folyamata egyidejűleg az anyag rugalmasságának növekedését idézi elő. Ennek következtében az anyagban az ultrahang csillapítása kisebb, a hullámterjedés sebessége nagyobb lesz. Ezeknek az összefüggéseknek az alapján lehet roncsolásmentesen ellenőrizni az öntőformák tulajdonságainak változásait.

Az öntéshez előkészített, a kémiai kötőanyagot tartalmazó formázóhomok legfontosabb tulajdonsága mindenekelőtt a szilárdság, a keménység és a tö-

mörödés egyenletessége. A σ_d nyomószilárdság, az R_m szakítószilárdság és a σ_b hajlítószilárdság az E rugalmassági modulustól függnék. Amennyiben a rugalmassági modulust az ultrahang-frekvenciás hullám terjedési tulajdonságainak mérése alapján meghatározzák, az említett szilárdsági paraméterek technológiai célokból kielégítő pontosságú közelítő értékére és ezzel az öntőforma minőségére is lehet következtetni.

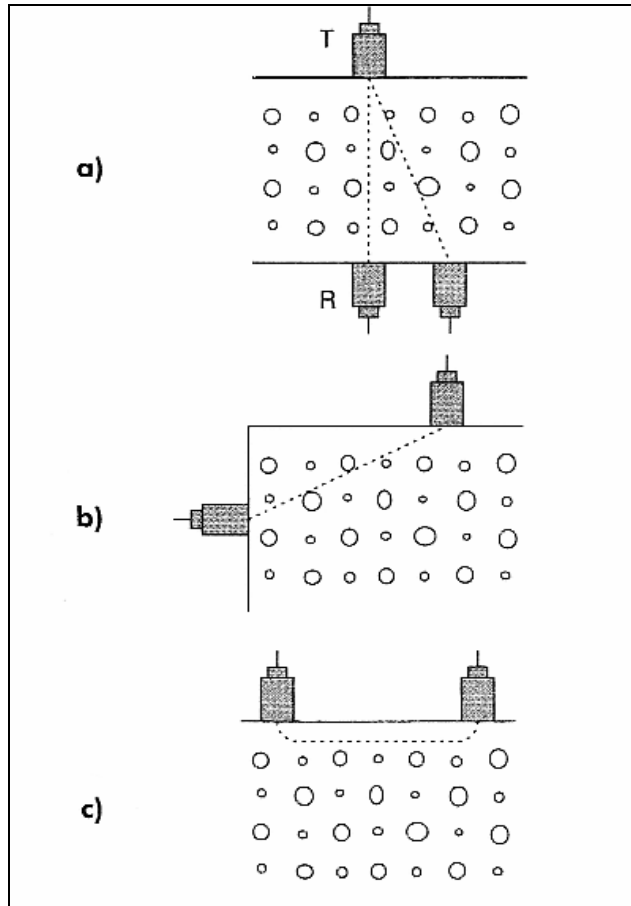
Néhány vizsgálat

Az ultrahang-frekvenciás vizsgálatok módszere

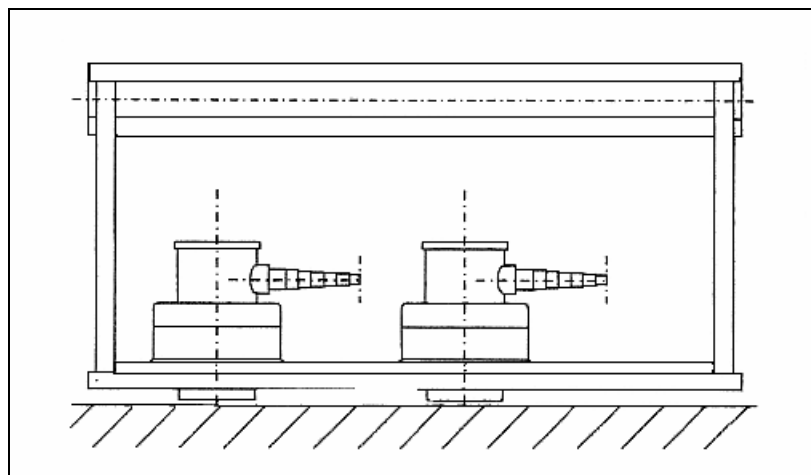
A kémiai kötőanyaggal készülő öntőformák minőség-ellenőrzésének céljai és fokozatai eltérőek lehetnek. A legegyszerűbb változat esetében egy meghatározott öntőforma elem tömörségének egyenletességét, továbbá az öntőforma, vagy a mag egy kiválasztott tartományának látszólagos sűrűségét lehet meghatározni. Egy továbbfejlesztett változat esetében a megválasztott öntőforma, vagy mag formázóanyagának pillanatnyi nyomószilárdságát (σ_d) kell megállapítani. A formaelem látszólagos sűrűségének és szilárdságának értékelése kiegészítő laboratóriumi vizsgálatokat igényel. Az ilyen kísérleteknél nagymértékben eltérő sűrűségű próbatesteken vizsgálják a formázóanyag látszólagos sűrűsége és a hullámsebesség ($\rho_0 = f(v)$), valamint a szilárdság és hullámsebesség közötti összefüggéseket. A vizsgált tulajdonságok közötti összefüggések az egyes formázóanyagokra jellemzőek. Az ultrahang-frekvenciás mérések elvégzésére három lehetőség kínálkozik (1. ábra).

A formázóanyagoknak nagy az ultrahang-frekvenciás csillapítási tényezőjük, ezért olyan kis frekvenciákat (0,20 MHz alatt) választanak, amelyek kevésbé csillapíthatók. Ebben az esetben a hullámhossz lényegesen nagyobb, mint a szondafej átmérője, tehát a fej pontszerű sugárforrásként viselkedik, és minden irányba egyenletes hullámokat bocsát ki. A feltüntetett három mérési eljárás ezért mind a formaelemek felületének, mind a sarkoknak, vagy a forma közepének a vizsgálatát lehetővé teszi. Ez a gyakorlati felhasználás szempontjából rendkívül fontos. A műszaki öntőformák esetében a formázóanyag a sarkokban gyakran alig, vagy egyáltalán nincs tömörítve, ami lerontja az öntvény felületének minőségét. Éppen ezért célszerű ezeken a helyeken a tömörítés mértékét ellenőrizni.

Amennyiben nagyon vastagok az öntőformaelemek falai, a közvetlen csillapításmérés esetében (a jel elhalása miatt) nehézségek léphetnek fel. Ilyenkor a felületi módszer az egyetlen lehetséges műszaki megoldás. Egy különleges mérőfej (2. ábra) alkalmazásával a mérési hiba minimumra csökkenthető.



1. ábra A hullámterjedés vázlata: a) közvetlen módszer; b) közvetett módszer; c) felületi módszer

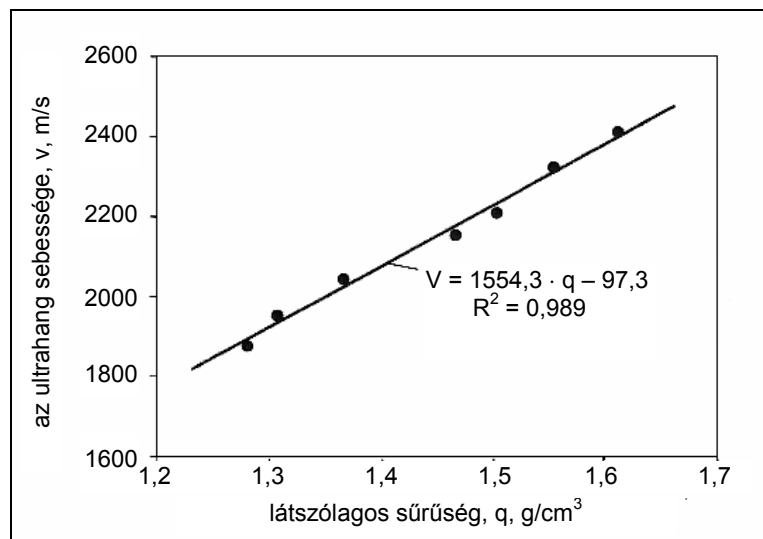


2. ábra Fogantyús kialakítású mérőfej a hullámsebesség felületi módszerrel való méréséhez

A formahomok tömörödési egyenletességének meghatározása a magban

A bentonit kötésű formázóhomok esetében lineáris összefüggés van a látszólagos sűrűség és a hullámsebesség között. A kémiai kötőanyagot tartalmazó formázóhomokon végzett mérések igazolták, hogy ez az összefüggés itt is érvényes (3. ábra).

A tömörödés egyenletességének roncsolásmentes ellenőrzésére $50 \times 200 \times 300$ mm méretű próbatesteket készítettek. A magszekrényben a formakeveréket lépcsőzetesen kialakított sajtolólemezzel, felülről tömörítették. A karbamid-formaldehid műgyanta teljes keményedése után mérték a mag egyes részeiben a hullámsebességet. A hullámsebesség eloszlása alapján következtetni lehet arra, hogy a formázókeverék mennyire tömörödött a magban.



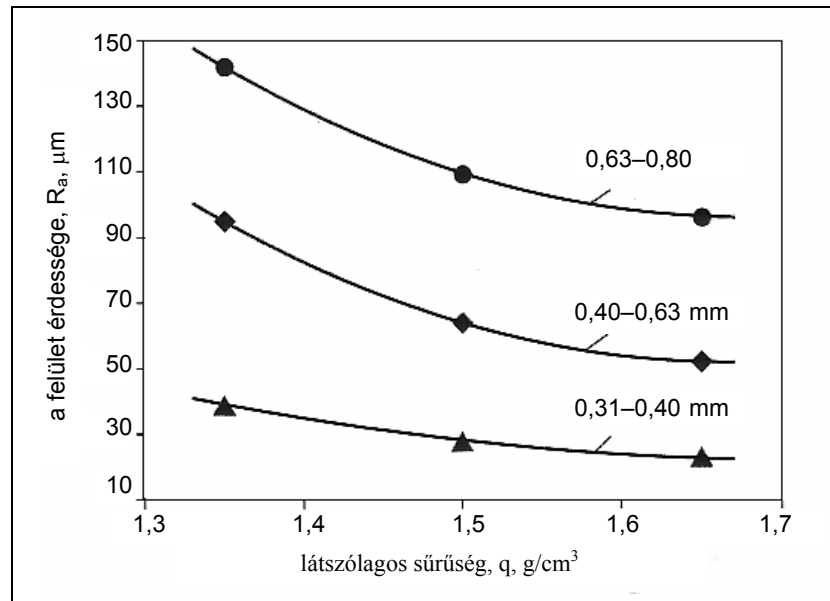
3. ábra A hullámsebesség és a kémiai kötőanyagot (karbamid–formaldehid műgyanta) tartalmazó, teljesen kikeményített formázókeverék látszólagos sűrűsége közötti összefüggés

Figyelembe véve a hullámterjedési sebesség és a formázóhomok látszólagos sűrűsége között előzetesen megállapított összefüggést (3. ábra), valamint a mag egyes keresztmetszeteiben mért hullámsebesség-eloszlást, meghatározták a vizsgált magban a látszólagos sűrűségeloszlást. Ezzel bizonyították, hogy az ultrahang-frekvenciás mérés eredményei alapján valóban következtetni lehet a sűrűség eloszlására az öntőformaelemek belsejében. Általában nemcsak a technológusok, hanem az öntőberendezések (pl. magfúvó gépek) tervezői is arra törekcszenek, hogy az előállított öntőformában, vagy a magban egyenletes legyen a formahomok sűrűségének eloszlása.

A kötőanyagot tartalmazó formahomok-keverék tömörödésének mértéke még abban az esetben is meghatározza az öntvény felületének simaságát, ha a felület bevonatot kap. Ezt bizonyítják három etalonon végzett vizsgálat során végzett méréseknek az eredményei is.

Laboratóriumi körülmények között, különböző finomságú frakciókból készítették eltérő átlagos szemcseméretű formázó anyagot. Az ezekből előállított öntőformák (próbatetek) felületére alkoholos réteget vittek fel.

A 4. ábrán látható, hogy az öntőforma látszólagos sűrűsége hogyan befolyásolja a vasöntvények felületi simaságát.

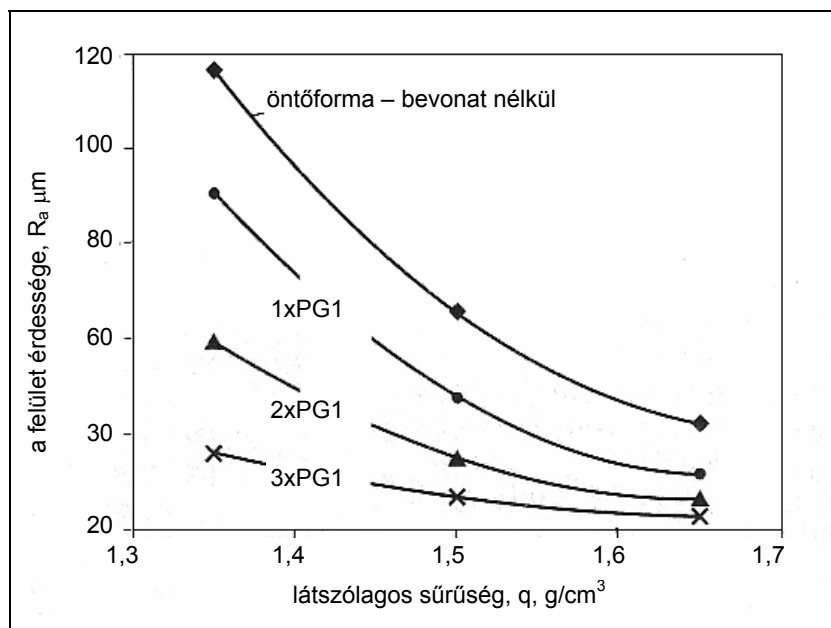


4. ábra A tömörödés mértéke és a homokszemcseméret által az öntöttvas felületi simaságára gyakorolt hatás (kémiai kötőanyagot tartalmazó formakeverékből előállított öntőforma, öntési hőfok 1400 °C)

Csupán a finomszemcsés ($d = 0,31$ mm) formahomok felhasználásakor kicsi a tömörödés mértékének hatása. A többi esetben az öntvény felülete érdesebb lesz, amennyiben csökken a formázókeverék látszólagos sűrűsége.

Öntődékben gyakran alkalmazzák azt a módszert, hogy több bevonatréteget visznek fel a forma felületére. Azonban ebben az esetben is megfigyelhető, hogy milyen hatást gyakorol a formázóhomok tömörödése az öntvény felületi simaságára (5. ábra).

A vizsgálatokat $d = 0,40$ -tól $0,63$ mm-ig terjedő szemcsefinomságú frakció felhasználásával végezték.



5. ábra A tömörödés mértéke és a bevonatrétegek száma által a vasöntvény felületsimóságára gyakorolt hatás.

Kémiai kötőanyagot tartalmazó formakeverékből előállított öntőforma, öntési hőfok 1400 °C

A σ_d nyomószilárdság-eloszlása a magban

Az öntőforma egyes elemeiben az eltérő szilárdsági értékeket az egyenlőtlen tömörödés okozza. Minél nagyobb a formahomok ρ_0 látszólagos sűrűsége, annál nagyobb a szilárdsága.

Az ipari gyakorlat, valamint a vizsgálati eredmények is azt bizonyítják, hogy az öntvényhibákat nemcsak a felületen, hanem az öntvények belsejében is a formahomok nem kielégítő tömörödése és a forma nem megfelelő szilárdsága okozza. Vizsgálatokat végeztek annak meghatározására, hogy az ultrahang-frekvenciás módszert fel lehet-e használni az ilyen hibák kialakulásának elkerülésére.

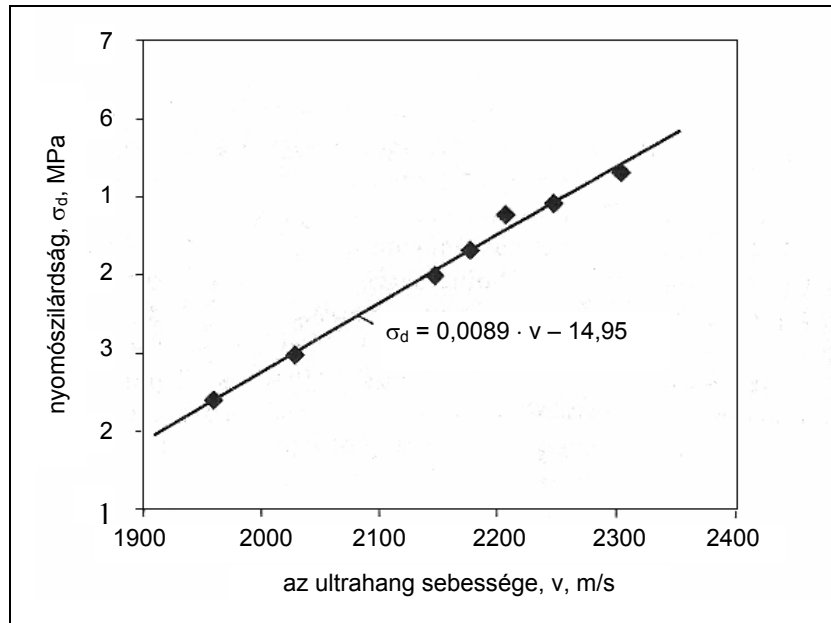
A kísérletek folyamán a hullámsebesség és a σ_d nyomószilárdság közötti összefüggést vizsgálták. Olyan próbatesteken végeztek méréseket, amelyeket különböző mértékben tömörített, azonos formahomokból állítottak elő. A formázóanyagot a keményedés utáni állapotban ellenőrizték (6. ábra).

Tekintettel a sűrűség és a hullámsebesség közötti összefüggésre (3. ábra), megállapítható, hogy a forma nyomószilárdsága általában arányos a tömörödés mértékével. Ezt figyelembe véve érvényesek a σ_d képletek. A 6. ábrán feltüntetett kapcsolat ismeretében, a magban, vagy az öntőformában mért

hullámsebesség alapján meg lehet határozni, hogy milyen eloszlású a szilárdság a magban, vagy az öntőforma belsejében.

$$\sigma_d = f(\rho_o) \text{ és}$$

$$\sigma_d = f(v)$$



6. ábra A hullámsebesség és a teljesen kikeményített formahomok Rc nyomószilárdsága közötti összefüggés. Az azonos formahomokból előállított póbatestek csak a tömörítés mértéke szempontjából különböztek egymástól

Összefoglalás

A kémiai kötőanyagot tartalmazó formahomok-keverékekből előállított magok, ill. öntőformák tömörödését és látszólagos sűrűségét meg lehet határozni az ultrahang-frekvenciás mérés módszerével. Ennek előfeltétele a hullámsebesség és a formázóanyag látszólagos sűrűsége közötti összefüggés ismerete. Ez a kapcsolat lineáris, amennyiben a formázóanyag szilárdsága csupán a látszólagos sűrűség függvényében változik. Ezeket a vizsgálati módszereket fel lehet használni egyes öntvényhibák elkerülésére, a mag előállítási folyamatának és a kémiai kötőanyagot felhasználó formakészítő műhelyek munkájának biztonságossá tételére, a formázóberendezések, pl. a magfúvó gépek működésének ésszerűsítésére.

(Dr. Barna Györgyné)

Zych, J.: Qualitätskontrolle von Giessformelementen aus chemisch gebundenem Sand mit Ultraschall. = Giesserei Forschung, 55. k. 1. sz. 2003. p. 18–21.

Modernizing your „experienced” testing machines. = Welding Design Fabrication, 75. k. 2. sz. 2003. p. 27–29.

Chaudhuri, S.; Mukherjee, A. stb.: Automatic measurement of frontal area and volume of fluted ingots using image-based instrumentation. = Measurement, 33. k. 4. sz. 2003. jún. p. 325–332.