

A nagynyomású hengermalom cementipari alkalmazásának lehetőségei*

Gável Viktória** – Hatvani Zoltán***

** CEMKUT Kft.

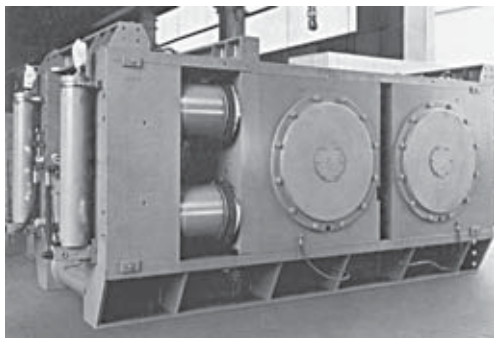
*** Miskolci Egyetem



Bevezetés

A cementgyártás egyik igen fontos és nagy energiát igénylő részfolyamata a klinkerőrlés, mely általában golyósmalomban történik. Mai ismereteink szerint azonban a golyósmalomban történő őrlés sem a mechanikai igénybevételek, sem pedig a fajlagos energiafelhasználás szempontjából – mely nagyobb része a malomtöltet mozgatására fordítódik – nem tekinthető optimálisnak.

Az őrlési energia csökkentésére való törekvés vezetett ahhoz, hogy az 1980-as évekre külföldön kifejlesztették a termékágyas nagynyomású hengermalmokat (1. ábra) [1], melyeket már számos külföldi cementgyárban sikeresen alkalmaznak cementklinker őrlésére is. A nagynyomású hengermalom kifejlesztése Schönert professzor nevéhez fűződik, aki erről 1996-ban a CEMKUT Kft. 5 éves jubileuma alkalmából Velencén rendezett Cementipari Tudományos Konferencián tartott előadást. Az egyedi szemcsékkel és szemcsekollektívákkal végzett kísérleti eredményei szerint a rideg anyagok, mint pl. a cementklinker is, a legkisebb fajlagos energiaszükséglettel nyomó igénybevétellel apríthatók [2]. A nagynyomású hengermalomban a nyomóerő több mint ötszöröse a nyíróerőnek, szemben a golyósmalommal, ahol a nyíróerők aránya jóval nagyobb.



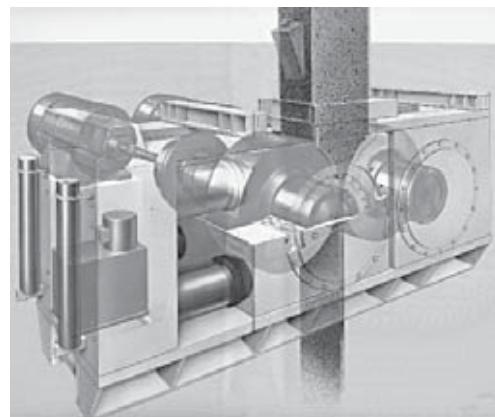
1. ábra. KRUPP POLYSIUS – POLYCOM típusú nagynyomású hengermalom

A termékágyas nagynyomású hengermalom működése

A malom két azonos fordulatszámmal egymással szemben forgó hengerből áll. A hengerek közül az egyik elmozdulhat,

a másik fixen telepített. Az elmozduló hengert hidraulikusan, nagy nyomással támasztják ki (2. ábra) [1].

Az őrlendő anyagot a hengerek közé vezetik, s a forgó hengerpár a laza anyagot a hengerek közti részbe behúzza, miáltal az anyag pórusterfogata jelentősen lecsökken, és az így komprimált anyagban a szemcsék igen hatásosan aprózódnak.



2. ábra. A nagynyomású hengermalom működése

A berendezés működésének alapvető eltérése a hagyományos hengermalmokkal szemben az, hogy az itt alkalmazott nyomó igénybevétel lényegesen nagyobb. A nyomóerő 50 MPa-tól akár 300-800 MPa-ig is terjedhet [3], s ennek eredményeképp a hengerek közé kerülő szemcsék törési valószínűsége közeledik a 100%-hoz.

Mivel a nagynyomású hengermalomban történő őrlésnél egy bizonyos mértékű nyomásnál már fellép a szemcsék agglomerálódása, a hengert elhagyó kompaktált anyagot dezagglomerálni kell. Erre a célra főként ütés-ütközés igénybevétellel működő prall-, kalapács- vagy cementklinker őrlésénél elsősorban golyósmalmokat használnak.

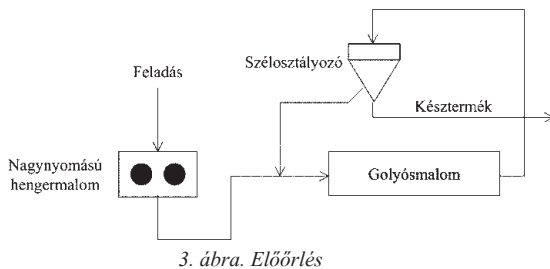
Technológiai megoldások

A nagynyomású hengermalom cementőrlésre való alkalmazására alapvetően 4 féle technológiai megoldást fejlesztettek ki [3].

* 2001. november 13-15. között Visegrádon rendezett Cementipari Konferencián elhangzott előadás nyomán

1. Előőrlés

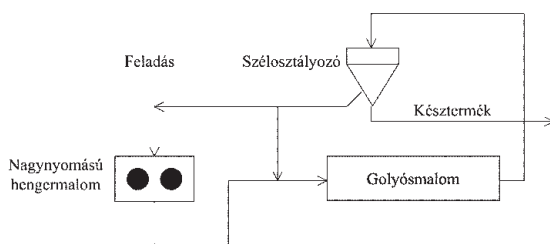
A nagynyomású hengermalom alkalmazható pusztán előőrlésre a golyósmalom előtt. Ekkor csak a golyósmalom üzemel körfolyamatban egy szélesztályozóval (3. ábra).



3. ábra. Előőrlés

2. Hibrid-őrlés

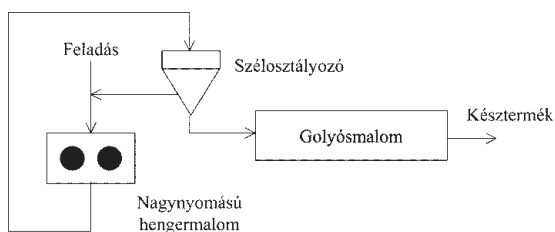
Hibrid rendszerű őrlésnél mind a nagynyomású hengermalom, mind pedig a golyósmalom körfolyamatban üzemel. Mégpedig úgy, hogy a golyósmalomból kikerülő őrléményt három frakcióra választják szét, melyből a legfinomabb a késztermék, a középső frakció a golyósmalomba kerül vissza, és a legdurvább anyag a hengermalomra kerül újra feladásra (4. ábra).



4. ábra. Hibrid-őrlés

3. Kombi-őrlés

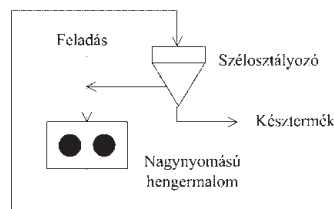
Kombi rendszerű őrlés alkalmazása esetén a nagynyomású hengermalom van a körfolyamatba kapcsolva, és ennek leválasztott finomterméke kerül további őrlésre vagy dezagglomerálásra a golyósmalomba (5. ábra).



5. ábra. Kombi-őrlés

4. „Készre”-őrlés

Találkozhatunk a nagynyomású hengermalom cement-őrlésre való alkalmazásával önmagában is, golyósmalom nélkül. Ekkor a szintén körfolyamatban üzemelő hengermalom leválasztott finomterméke egyben már a késztermék is (6. ábra).



6. ábra. „Készre”-őrlés

Szakirodalmi közlemények és külföldi tapasztalatok egyértelműen bizonyítják, hogy a nagynyomású hengermalom cement-őrlésre való alkalmazása jelentős energiamegtakarítást és a feldolgozóképeség növekedését eredményezi (1. táblázat) [3].

1. táblázat

A nagynyomású hengermalom alkalmazásával elérhető energiamegtakarítás

Őrlési technológia	Kapacitás-növekedés	Energia-megtakarítás
Előőrlés	30-40%	10-15%
Hibrid-őrlés	60-80%	10-20%
Kombi-őrlés	80-200%	15-30%
„Készre”-őrlés	–	35-50%

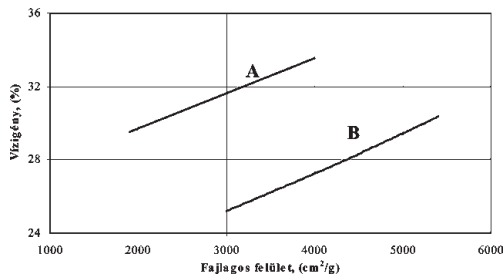
A nagynyomású hengermalomban történő őrlés hatása a cementminőségre

Eltérőek a tapasztalatok, ill. vélemények a cementek minőségét illetően. A kérdéssel foglalkozó külföldi kutatók egyetértenek abban, hogy a nagynyomású hengermalomban előállított cementek minősége eltér a hagyományos golyósmalom-rendszerben előállított cementek minőségétől.

Azonban a nagynyomású hengermalommal kapcsolatosan sem hazai gyakorlati tapasztalatokkal, sem pedig vizsgálati eredményekkel nem rendelkezünk. Ugyanis Magyarországon jelenleg a cement-őrlés kizárólag golyósmalmokban történik, s az őrlésméretet, ill. őrlési technológiát érintő eddigi hazai kutatások is e típusú malomra vonatkozóan történtek.

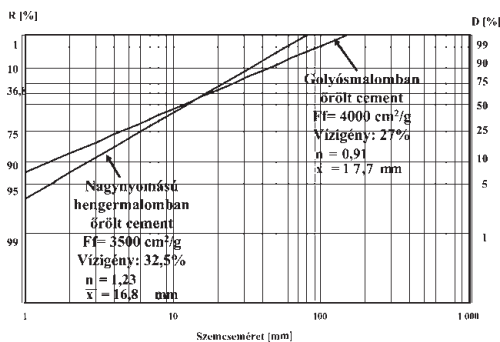
A cement minőségével kapcsolatos kérdések között mindenekelőtt meg kell említeni a nagynyomású hengermalomban előállított cementek vízigényét. Ugyanis a nagynyomású hengermalomban őrlött cementek vízigénye általában nagyobb a golyósmalomban őrlöttekéhez képest.

Ez látható a 7. ábrán [4] is, mely két cement vízigényét mutatja fajlagos felületük függvényében. Az **A**-jelű cement nagynyomású hengermalomban őrlött, majd kalapácsos malommal dezagglomerált, míg a **B**-jelű hagyományos golyósmalomban előállított cement. Látható, hogy azonos fajlagos felület értékeknél a hengermalomban őrlött **A**-jelű cement vízigénye lényegesen nagyobb, mint a golyósmalomban őrlött **B**-jelű cementé.



7. ábra. A cement fajlagos felülete és vízigénye közötti összefüggés

Ezen okok tisztázása céljából megvizsgáltuk két kb. azonos fajlagos felületű nagynyomású hengermalomban, ill. golyósmalomban előállított cement szemcseméret-eloszlását (8. ábra). Látható, hogy a hengermalomban előállított cement egyenletességi tényezőjének értéke $n \geq 1$, azaz szemcseméret-eloszlása „szűkebb”, mint a golyósmalomban őrölté. A nagynyomású hengermalomban őrölt cementek nagyobb vízigénye a „szűkebb” szemcseméret-eloszlással összefüggésben van. Ugyanis egy cementörleményben a szilárd térfogati hányad annál kisebb, ill. a vízzel kitöltendő hézagok térfogata annál nagyobb, minél „szűkebb” annak szemcseméret-eloszlása [5].



8. ábra. Golyósmalomban és nagynyomású hengermalomban őrölt cementek szemcseméret-eloszlása

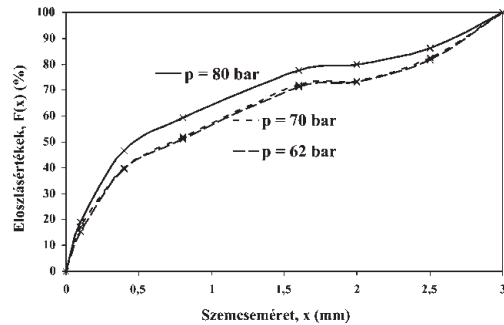
A Miskolci Egyetemen a CEMKUT Kft.-vel együttműködve vizsgálatokat végeztek annak tisztázására, hogy a nagynyomású hengermalom egyes üzemi paramétereinek változtatása milyen hatással van a klinkerörlemények szemcseméret-eloszlására.

A vizsgálatok elvégzéséhez egy 200 mm hengerátmérőjű malmot használtunk, és a mérések során a támasztónyomást, a hengerek kerületi sebességét, azaz fordulatszámát és a hengerek közötti üresjárási résméretet változtattuk. A klinkerminta előkészítése kíméletes aprítással két fokozatban történt.

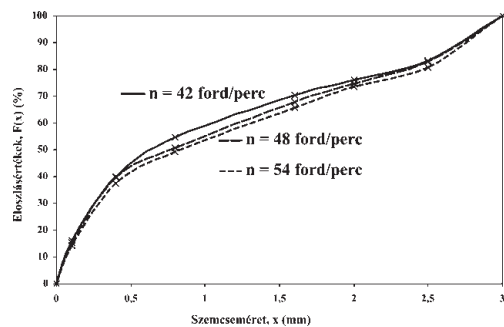
A 9. ábrán állandó $S_0 = 2,5$ mm-es üresjárási résméret, állandó $n = 45$ ford/perc fordulatszám és három különböző támasztónyomás ($p = 62, 70, 80$ bar) mellett készült őrlemények szemcseméret-eloszlása látható. Nagyobb támasztónyomás alkalmazásakor csökkent az őrlemény átlagos szemcsemérete, és szemcseméret-eloszlása is „szűkebb” lett.

A következő esetben állandó volt a támasztónyomás ($p = 80$ bar) és az üresjárási résméret ($S_0 = 3,5$ mm), a változtatott paraméter a hengerek fordulatszáma volt ($n = 42$,

48, 54 ford/perc). Az őrlemények szemcseméret-eloszlását tekintve látható, hogy a fordulatszám változtatásával nem sikerült jelentős változást elérni az őrlemények szemcseméret-eloszlásában (10. ábra).

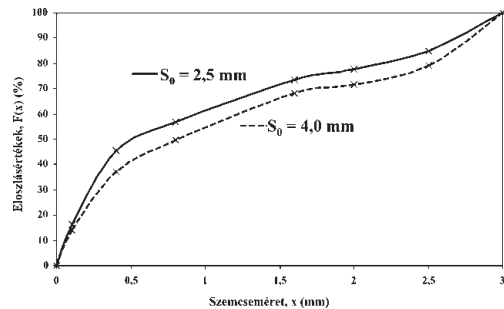


9. ábra. A támasztónyomás változtatásának hatása a klinkerörlemény szemcseméret-eloszlására



10. ábra. A fordulatszám változtatásának hatása a klinkerörlemény szemcseméret-eloszlására

Természetesen kisebb résméret alkalmazása esetén csökkent az őrlemény átlagos szemcsemérete, és kismértékben szélesebb, „szórtabb” szemcseméret-eloszlású klinkerörleményt kaptunk, a különbség azonban nem számottevő (11. ábra).



11. ábra. Az üresjárási résméret változtatásának hatása a klinkerörlemény szemcseméret-eloszlására

Tehát a nagynyomású hengermalom üzemi paramétereinek változtatásával – különösen mivel ezek nem tág határok között változtatható értékek voltak – nem sikerült számottevően befolyásolni az őrlemény szemcseméret-eloszlásának jellegét, az mindig viszonylag „szűk” maradt.

Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy a nagynyomású hengermalomban előtört klinker őrölhetősége, azaz Bond-féle munkaindexje igen kedvezően alakult, azaz lényegesen kisebb volt, mint az eredeti klinkeré. Míg az eredeti klinker

őrölhetősége $W_i \sim 17$ kWh/t, a hengermalomban előtört klinkerek esetén $W_i \sim 14$ kWh/t volt (2. táblázat).

2. táblázat

Az eredeti és a nagynyomású hengermalomban előtört klinker őrölhetősége

Bond-féle munkaindex értékek	
Eredeti klinker	Nagynyomású hengermalomban előtört klinker
~ 17 kWh/t	~ 14 kWh/t

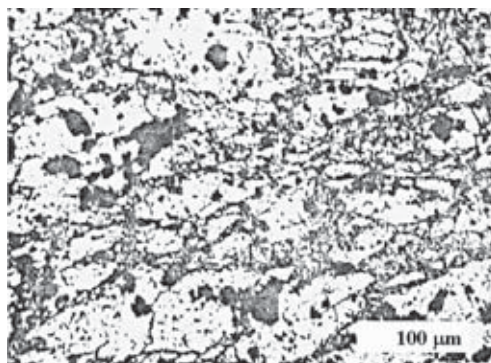
Ez elsősorban arra vezethető vissza, hogy a nagy nyomóerő hatására az el nem tört klinkerszemcséken is makro- és mikroméretű repedések képződtek, ami jelentősen megkönnyítette e szemcsék további aprítását (12. ábra) [6].

Összefoglalás

Az általunk végzett eddigi vizsgálatok természetesen nem elegendők ahhoz, hogy messzemenő következtetéseket vonjunk le. Ezért mindenképpen indokolt ezzel a malomtípussal a továbbiakban kutatási szinten behatóbban foglalkozni.

További vizsgálatok szükségesek a cementminőség vonatkozásában például a cement vízigény-kérdésének, a cement kötőszabályozóként alkalmazott szulfáthordozó vízvesztési folyamatainak tisztázására, például a REA-gipsz esetében.

Tisztázandó továbbá, hogy milyen előnyöket nyújthat a nagynyomású hengermalom a nagy mennyiségű és/vagy többfajta cementkiegészítő anyagot tartalmazó cementek gyártása, vagy pedig a „különőrlési + keverési” technológia alkalmazása esetében. Például a klinkernél nehezebben őrölhető granuláltkohósalak-tartalmú cementek előállításánál



12. ábra. Nagynyomású hengermalomban történő őrlés okozta repedések klinkerben

nemcsak az őrlési energia csökkenése, hanem a kohósalak hidraulikus aktivitásának növekedése is várható a nagynyomású hengermalomban történő „előőrlés” következtében.

Irodalom

- [1] KRUPP POLYSIUS: POLYCOM high-pressure grinding roll. Grinding technology.
- [2] Schönert, K.–v.d. Ohe, W.–Rumpf, H.: Technische Feinzerkleinerung mit Einzelkornbeanspruchung zwischen zwei Flächen. Chemie-Ing.-Technik, 37, (3/1965) 259-264.
- [3] Feige, F.: Entwicklungsstand der Hochdruckzerkleinerung. Zement-Kalk-Gips, 46, (9/1993) 586-595.
- [4] Rosemann, H.–Hochdahl, O.–Ellerbrock, H.-G.–Richartz, W.: Untersuchungen zum Einsatz einer Gutbett-Walzenmühle zur Feinmahlung von Zement. Zement-Kalk-Gips, 42, (4/1989) 165-169.
- [5] Opoczky, L.: A többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlása és minősége. Építőanyag, 48, (1996) 55-60.
- [6] Wüstner, H.–Dreizler, I.–Oberheuser, G.: Einsatz von Rollenpressen in Mahlanlagen für Kohle, Zementrohstoffe und Zement. Zement-Kalk-Gips, 40, (7/1987) 345-353.

RENDEZVÉNYTERVEK

Az SZTE XXV. Küldöttgyűlése

Időpont: 2002. május 22. 10 óra. *Helye:* MTESZ Budai Konferencia Központ, 1027 Budapest, Fő u. 68.

Program:

- A magyar tudomány helyzete
Előadó: dr. Balogh Tamás főosztályvezető, OM Stratégiai Főosztály
- Beszámoló az Egyesület tevékenységéről és terveiről
- Közhasznúsági jelentés
- Az Ellenőrző Bizottság jelentése
- Beszámoló és előterjesztés a 2001. évi költségvetés teljesítéséről és a 2002. évi költségvetési előirányzatról
- Szilikátiparért Emlékérmek átadása
- Örökös Tagok avatása
- Elnöki zárás

A végleges „Meghívót” május elején postázzuk.

Emlékezés Fellner Jakabra születésének 280. évfordulóján

2002. április 24. (szerda) 14 óra. Helye: Épületfenntartók Országos Egyesülete, Budapest VI., Paulay E. u. 6.

Rendezők: Építéstudományi Egyesület Építéskivitelezési Szakosztály, Senior Klub, Szilikátipari Tudományos Egyesület Szigetelési Szakosztály, Épületfenntartók Országos Egyesülete.

Előadó: dr. Merényi László ny. tanár, történész; felkért hozzászóló: dr. Rudnyánszky Pál c. egyetemi docens, okl. építészmérnök, az SZTE társelnöke.

Környezetvédelem a téglá- és cserépiparban Konferencia

2002. május 9-10. Helye: Volán Hotel Kft., Balatonvilágos. *Rendezők:* Szilikátipari Tudományos Egyesület Téglá- és Cserép Szakosztálya, Magyar Téglás Szövetség, Téglá- és Cserépipari Környezetvédelmi Társulás.

Részletes programot a Szakosztály tagjai kapnak, igény esetén másoknak is megküldjük.